ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

Χημεία

ΒΛΑΧΟΣ Γ.

Γυμνάσιο Πανεπιστήμιο

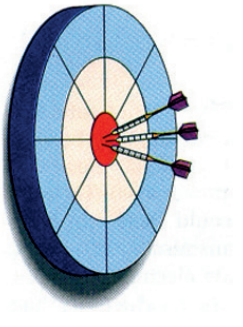
ΑΝΑΘΕΩΤΗ ΕΚΔΟΣΗ

(1) ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ

Οι Στόχοι

Στο τέλος της διδακτικής αυτής ενότητας θα πρέπει να μπορείς:

- Να περιγράφεις συνοπτικά τι είναι διύλιση πετρελαίου και να εκθέτεις τα σημαντικότερα προϊόντα της.
- Να αναγνωρίζεις τη σημασία που έχει η νάφθα στη βιομηχανία πετροχημικών.
- Να περιγράφεις συνοπτικά τι είναι η πυρόλυση πετρελαίου και τι αναμόρφωση βενζίνης και να αιτιολογείς την τεχνολογική σημασία τους.
- Να αναφέρεις τις σημαντικότερες παρασκευές και χημικές ιδιότητες των αλκανίων (και ειδικότερα του μεθανίου), των αλκενίων (και ειδικότερα του αιθενίου), των αλκινίων (και ειδικότερα του αιθινίου) και του βενζολίου, γράφοντας τις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις. Να επιλύεις στοιχειομετρικά προβλήματα που βασίζονται στις προηγούμενες χημικές εξισώσεις.
- Να εντοπίζεις τις διαφορές μεταξύ των κορεσμένων και ακόρεστων υδρογονανθράκων, καθώς και αυτές μεταξύ του βενζολίου και των άκυκλων υδρογονανθράκων και να τις δικαιολογείς αυτές με βάση τη χημική δομή τους.
- Να εξηγείς τη λειτουργία των καταλυτικών μετατροπέων και να αναγνωρίζεις τη σημασία τους ως μέτρο για τη μείωση της ρύπανσης.
- Να περιγράφεις το φαινόμενο του θερμοκηπίου, της τρύπας του όζοντος και της φωτοχημικής ρύπανσης και να εκθέτεις τις συνέπειες που έχουν τα φαινόμενα αυτά στην καθημερινή μας ζωή.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.1 Πετρέλαιο προϊόντα πετρελαίου. Βενζίνη. Καύση - καύσιμα
1.2 Νάφθα - Πετροχημικά
1.3 Αλκάνια - μεθάνιο, φυσικό αέριο, βιοαέριο
1.4 Καυσαέρια - καταλύτες αυτοκινήτων
1.5 Αλκένια – αιθένιο
1.6 Αλκίνια - αιθίνιο
1.7 Βενζόλιο
1.8 Ατμοσφαιρική ρύπανση - Φαινόμενο θερμοκηπίου - Τρύπα όζοντος
Ερωτήσεις - προβλήματα

«....Και το πετρέλαιο και το κάρβουνο θα πήγαιναν στον καπνό αν δεν ερχόταν ο χημικός με την καλή ιδέα
να πάρει αυτά τα στερεά νέφη και να φτιάξει αναρίθμητα χρήσιμα αντικείμενα.
Έτσι αυτά τα σκοτεινά υπολείμματα μεταμορφώνονται σε νέα υλικά....»

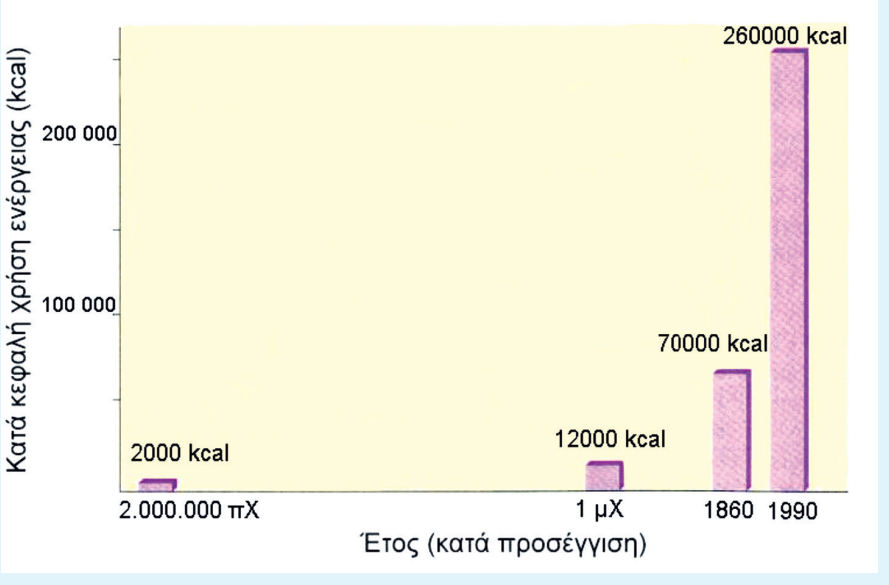
Στίχοι από ποίημα του Queneau

Ο παράξενος κόσμος της χημικής βιομηχανίας εκφρασμένος σε ένα διυλιστήριο πετρελαίου

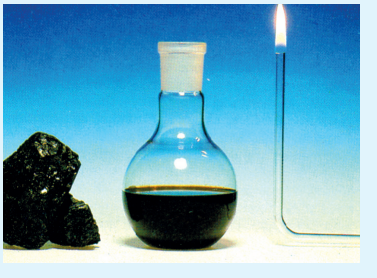
Γνωρίζεις ότι...

Ο σύγχρονος πολιτισμός - βιομηχανική επανάσταση και καύσιμα

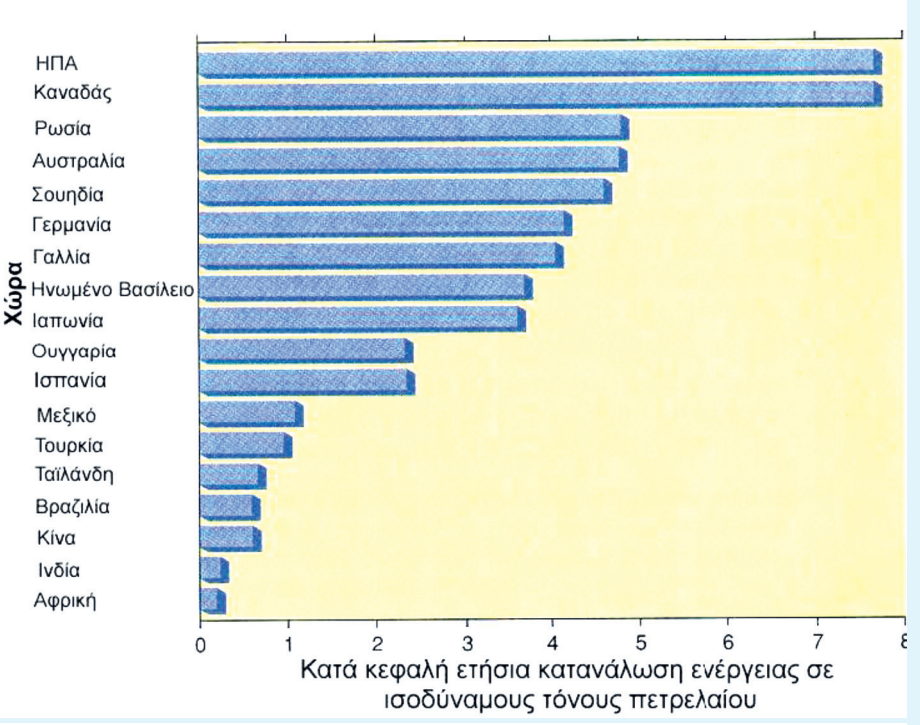
Βασικό μοχλό της βιομηχανικής επανάστασης αποτέλεσε η συστηματική εκμετάλλευση ως πηγή ενέργειας, των ορυκτών καυσίμων, δηλαδή των γαιανθράκων, του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Αποτέλεσμα της εντατικής αυτής εκμετάλλευσης των ορυκτών πηγών ήταν η αύξηση της βιομηχανικής παραγωγής, η βελτίωση της διατροφής, η αύξηση του ορίου ηλικίας του ανθρώπου, η αύξηση του συνολικού πληθυσμού και η εμφάνιση νέου κοινωνικού και πολιτικού καθεστώτος. Η δυσανάλογη αύξηση του πληθυσμού και η συνεχής τάση για υπερκατανάλωση οδήγησαν στη λεγόμενη ενεργειακή κρίση. Ακολούθησαν η οικονομική κρίση (πληθωρισμός, ανεργία) και η οικολογική κρίση (υποβάθμιση περιβάλλοντος). Για να αυξηθεί η γεωργική παραγωγή, χρησιμοποιήθηκαν τα γεωργικά λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα. Για να καλυφθούν οι ανάγκες σε ρουχισμό και κατοικία, αναπτύχθηκε η βιομηχανία των πλαστικών και μία σειρά χημικών βιομηχανιών. Για να αυξηθεί η ταχύτητα επικοινωνίας και μεταφοράς, κατασκευάστηκαν τα διάφορα συγκοινωνιακά μέσα.



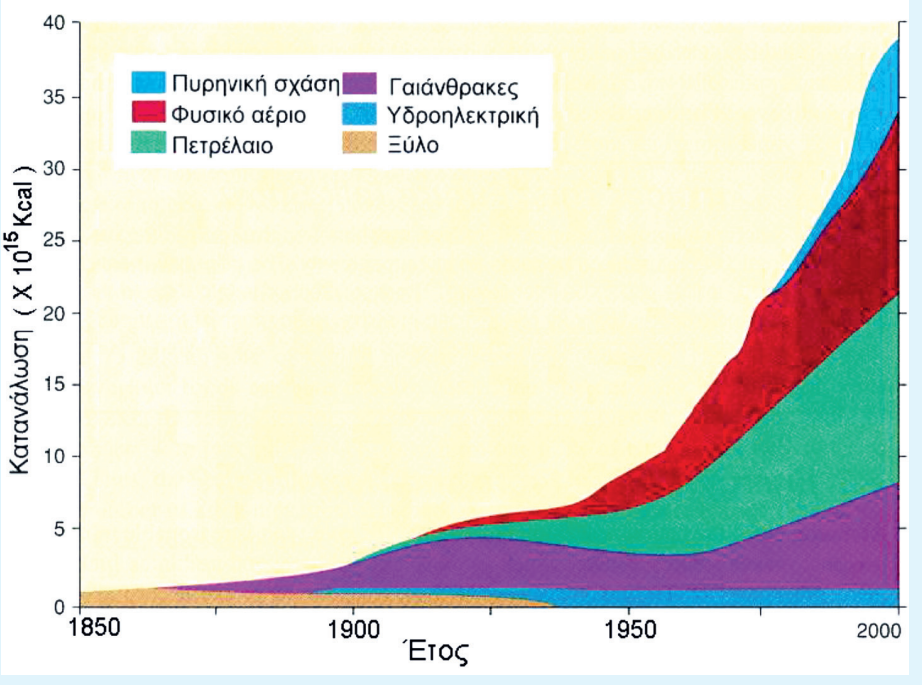
ΣΧΗΜΑ 1 Οι ημερήσιες ενεργειακές απαιτήσεις του ανθρώπου αλλάζουν συνέχεια. Η εξέλιξη του ανθρώπου συνοδεύτηκε με τρομακτική αύξηση των ενεργειακών του απαιτήσεων.



Βασικές πηγές ενέργειας είναι οι γαιάνθρακες, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο.



ΣΧΗΜΑ 2 Η κατανάλωση σε ενέργεια ανά άτομο σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την ανάπτυξη της χώρας και σε μικρότερο βαθμό με τη γεωγραφική της θέση.

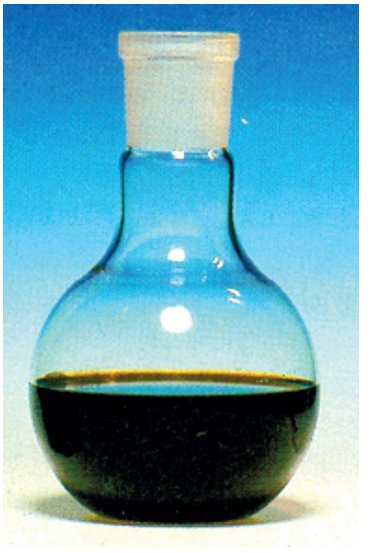


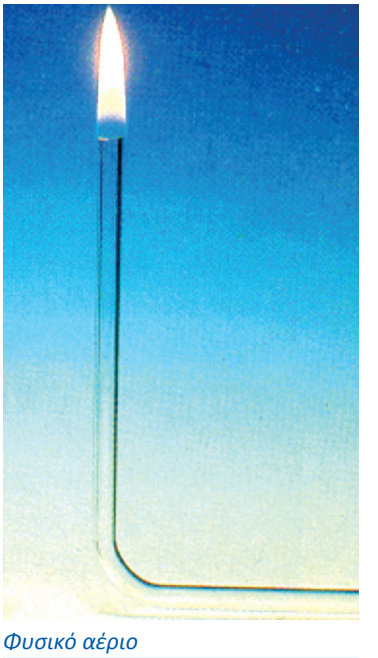
ΣΧΗΜΑ 3 Σημαντικότερες πηγές ενέργειας και κατανομή αυτών στις ΗΠΑ την περίοδο 1850-1998.

Ορισμένα όμως από τα προϊόντα της χημικής βιομηχανίας και κυρίως τα παραπροϊόντα της γεωργικής, συγκοινωνιακής και βιομηχανικής δραστηριότητας, έχουν προκαλέσει σοβαρές διαταραχές στα οικολογικά συστήματα, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η όξινη βροχή, το φωτοχημικό νέφος, η τρύπα του όζοντος. Όλα αυτά έχουν τεράστιες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Μεταξύ των άλλων αναφέρουμε την παρατηρούμενη μείωση της βιολογικής ποικιλίας. Σκεφτείτε ότι τρία περίπου βιολογικά είδη χάνονται στον πλανήτη μας κάθε μέρα. Σε μία πρόσφατη συνέντευξή του ο Γκόντγουιν Ομπάσι, γενικός γραμματέας του Παγκόσμιου Μετεωρολογικού Οργανισμού, κάνει μία πολύ απαισιόδοξη πρόβλεψη: «Οι καταστροφές που έχει επιφέρει ο άνθρωπος στο περιβάλλον του είναι τέτοιες, που είναι βέβαιη η καταστροφή του πλανήτη ενώ το μόνο που μπορούμε πλέον να κάνουμε, είναι να την καθυστερήσουμε».

1.1. Πετρέλαιο - προϊόντα πετρελαίου. Βενζίνη. Καύση- καύσιμα

Γαιάνθρακας


Πετρέλαιο


Φυσικό αέριο

Καύσιμα - Καύση

Τα καύσιμα είναι υλικά που, όταν καίγονται, αποδίδουν σημαντικά και εκμεταλλεύσιμα ποσά θερμότητας. Τα καύσιμα που παίρνουμε έτοιμα από τη φύση λέγονται φυσικά, ενώ αυτά που παρασκευάζουμε με κατάλληλες διεργασίες από φυσικές πρώτες ύλες ονομάζονται τεχνητά. Οι κυριότερες πηγές καυσίμων στη φύση είναι: ο γαιάνθρακας (στερεό καύσιμο), το πετρέλαιο (υγρό καύσιμο) και το φυσικό αέριο (αέριο καύσιμο).

Φυσικά	Τεχνητά
Στερεά: Γαιάνθρακες - Ξύλα	**Στερεά**: Κωκ
Υγρά: Πετρέλαιο	**Υγρά**: Βενζίνη - Οινόπνευμα
Αέρια: Φυσικό Αέριο	**Αέρια**: Υγραέρια - Αέριο Νάφθας - Προπάνιο - Βουτάνιο

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1: Τα σημαντικότερα Ανθρακούχα καύσιμα

Καύση μίας ανόργανης ή οργανικής ουσίας είναι η αντίδραση αυτής με οξυγόνο (ή αέρα), όταν συνοδεύεται από παραγωγή φωτός και θερμότητας.
Κατά την καύση του C σχηματίζεται CO_2, αν η καύση είναι πλήρης και CO, αν είναι ατελής.

$C + O_2 \rightarrow CO_2$ πλήρης καύση

$2C + O_2 \rightarrow 2CO$ ατελής καύση

Αντίστοιχα, το H_2 δίνει H_2O

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

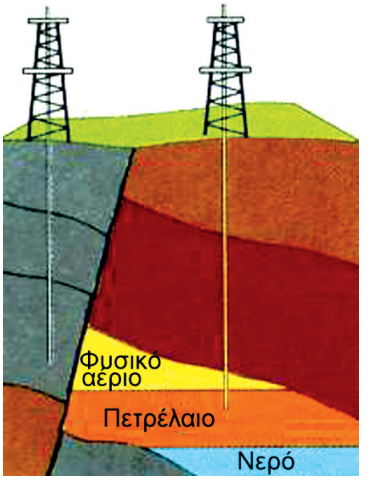
Κατά την πλήρη καύση υδρογονάνθρακα π.χ. του προπανίου που περιέχεται στα «γκαζάκια», σχηματίζεται CO_2 και H_2O.
Σε όλες αυτές τις αντιδράσεις καύσης ελευθερώνεται θερμότητα (*εξώθερμες αντιδράσεις*).

Πετρέλαιο

«Μαύρος χρυσός» αποκαλείται συχνά το πετρέλαιο, αφού αποτελεί τη βάση για τη βιομηχανική ανάπτυξη κάθε χώρας. Το πετρέλαιο είναι ένα υγρό ορυκτό που περιέχει εκατοντάδες ουσίες. Η μεγάλη πλειοψηφία των ουσιών αυτών είναι υγροί υδρογονάνθρακες στους οποίους είναι διαλυμένοι αέριοι και στερεοί υδρογονάνθρακες. Οι υδρογονάνθρακες αυτοί μπορεί να είναι άκυκλοι κορεσμένοι (αλκάνια), κυκλικοί κορεσμένοι (κυκλοαλκάνια) και αρωματικοί. Η περιεκτικότητα του πετρελαίου στους διάφορους αυτούς υδρογονάνθρακες ποικίλλει ανάλογα με την περιοχή προέλευσής του. Στο πετρέλαιο, εκτός από τους υδρογονάνθρακες, υπάρχουν διαλυμένες και μικρές ποσότητες ενώσεων άλλων στοιχείων, συνηθέστερα από τα οποία είναι το θείο, το άζωτο και το οξυγόνο. Συνοψίζοντας, έχουμε:

- *Πετρέλαιο είναι ένα υγρό ορυκτό με εκατοντάδες ουσίες, κυρίως υγρών υδρογονανθράκων στους οποίους είναι διαλυμένοι αέριοι και στερεοί υδρογονάνθρακες.*

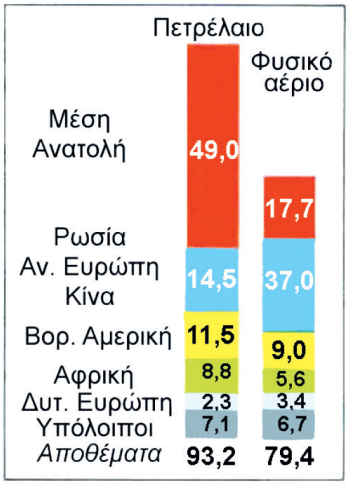
- *Ελληνικά: πετρέλαιο (από πέτρα + έλαιο)*
- *Αγγλικά: petroleum (από την ελληνική λέξη πέτρα και τη λατινική oleum, που σημαίνει έλαιο)*



Η αριστερά εικονιζόμενη γεώτρηση πετρελαίου είναι αποτυχημένη, ενώ η δεξιά είναι επιτυχής.

Σχηματισμός πετρελαίου

Αν και υπάρχουν διάφορες θεωρίες για το σχηματισμό του πετρελαίου, αυτή που θεωρείται επικρατέστερη σήμερα, είναι αυτή που στηρίζεται στη ***φυτοζωική*** του προέλευση. Πιστεύουμε δηλαδή, ότι το πετρέλαιο σχηματίστηκε από ζωικούς και φυτικούς οργανισμούς, κυρίως από το ***πλαγκτόν***, πριν από πολλά εκατομμύρια χρόνια. Οι μικροοργανισμοί αυτοί καταπλακώθηκαν σε αμμώδεις ή αργιλώδεις εκτάσεις από το νερό των θαλασσών ή των λιμνών. Έτσι, με την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών και πιέσεων, έγιναν διάφορες χημικές αντιδράσεις που οδήγησαν τελικά στο μίγμα ουσιών που σήμερα ονομάζουμε πετρέλαιο.



Παγκόσμια παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αέριου.

Διύλιση πετρελαίου

Η εξαγωγή του πετρελαίου γίνεται με άντληση μέσω γεωτρήσεων. Η διαδικασία άντλησης από το υπέδαφος στην ξηρά είναι σχετικά πιο εύκολη σε σχέση μ' αυτήν από τον υποθαλάσσιο χώρο. Στην τελευταία περίπτωση απαιτούνται ειδικές μεγάλες εξέδρες, όπως αυτή που εικονίζεται στο παρακάτω σχήμα. Στην Ελλάδα, μικρής κλίμακας εκμετάλλευση πετρελαϊκών κοιτασμάτων γίνονται στην περιοχή της Θάσου.

Το πετρέλαιο που παίρνουμε με αυτόν τον τρόπο ονομάζεται ***αργό πετρέλαιο*** (ακάθαρτο) και είναι ένα υγρό καστανοκίτρινο ή καστανόμαυρο με χαρακτηριστική οσμή, αδιάλυτο στο νερό και με πυκνότητα 0,8 g mL^{-1} - 0,95 g mL^{-1}. Το πετρέλαιο είναι ένα εξαιρετικά πολύπλοκο μίγμα οργανικών κυρίως ουσιών, που το σημείο ζέσης τους κυμαίνεται από τους -160 °C έως και τους +400 °C.

ΣΧΗΜΑ 1.1 Άντληση πετρελαίου από υποθαλάσσιο χώρο.

Για να μετατραπεί το αργό πετρέλαιο σε εμπορεύσιμα προϊόντα, υποβάλλεται σε μία κατεργασία που ονομάζεται ***διύλιση*** και η οποία γίνεται σε ειδικές εγκαταστάσεις που ονομάζονται διυλιστήρια. Η διύλιση περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

1. Απομάκρυνση των ξένων προς τους υδρογονάνθρακες ουσιών και κυρίως του θείου.

*2. **Κλασματική απόσταξη**. Κατά τη διεργασία αυτή το πετρέλαιο διαχωρίζεται σε κλάσματα με βάση τα σημεία ζέσεως των συστατικών του. Η κλασματική απόσταξη γίνεται σε ειδική στήλη που ονομάζεται **αποστακτική στήλη** (βλέπε σχήμα 1.2).*

Όπως φαίνεται στο ίδιο σχήμα, το μεγαλύτερο μέρος των προϊόντων της κλασματικής απόσταξης του αργού πετρελαίου χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας. Η ενέργεια αυτή χρησιμοποιείται για την κίνηση μεταφορικών μέσων, θέρμανση χώρων, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κ.α.

Ένα άλλο μέρος των προϊόντων του πετρελαίου χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παρασκευή άλλων χημικών ουσιών κυρίως οργανικών. Οι ουσίες αυτές ονομάζονται ***πετροχημικά***. Το κεφάλαιο της χημείας που μελετά την παραγωγή αυτών των ουσιών από το πετρέλαιο ονομάζεται ***πετροχημεία***.

Βενζίνη

Η βενζίνη είναι το σημαντικότερο κλάσμα της διύλισης του πετρελαίου. Από χημικής σκοπιάς η βενζίνη είναι μίγμα υδρογονανθράκων με 5 έως 12 άτομα άνθρακα στο μόριό τους. Οι μέσες τιμές των ιδιοτήτων της βενζίνης πλησιάζουν αυτές του οκτανίου. Με την ανάπτυξη του σύγχρονου τεχνικού πολιτισμού και την τεράστια εξέλιξη της βιομηχανίας αυτοκινήτων και αεροπλάνων, η βενζίνη έγινε το πιο πο-

ΤΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

Τα παγκόσμια αποθέματα φυσικού αερίου και πετρελαίου αντιπροσωπεύουν τη συντριπτικά μεγαλύτερη φυσική πηγή αλκανίων στη Γη. Θαμμένα στα έγκατα της Γης για αρκετούς γεωλογικούς αιώνες, τα αποθέματα αυτά σχηματίστηκαν από την αποικοδόμηση ζωικής και φυτικής ύλης, κατά κανόνα θαλάσσιας προέλευσης.

*Το **φυσικό αέριο** αποτελείται κυρίως από μεθάνιο, αλλά περιέχει επίσης αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο και ισοβουτάνιο.*

*Το **πετρέλαιο** είναι ένα περίπλοκο μίγμα υδρογονανθράκων που θα πρέπει να υποστεί κλασματική απόσταξη πριν χρησιμοποιηθεί.*

*Η **διύλιση** αρχίζει με απόσταξη του αργού πετρελαίου σε τρία κύρια κλάσματα :*

- **βενζίνη κίνησης**
- **κηροζίνη**
- **ορυκτέλαια**

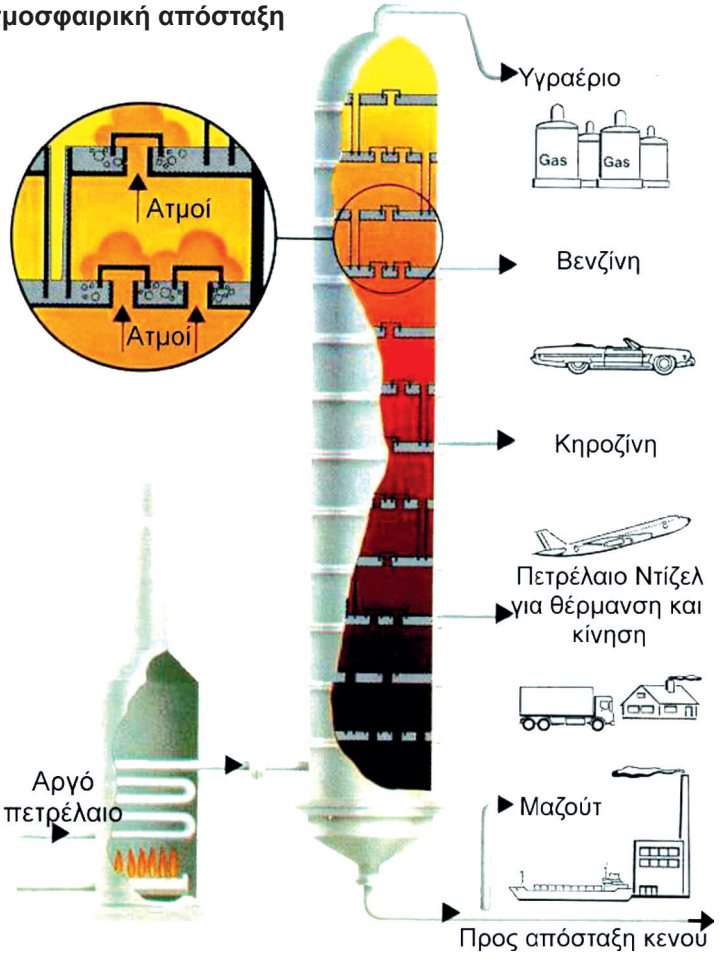
Περαιτέρω απόσταξη υπό ελαττωμένη πίεση δίνει

- **λιπαντικά έλαια**
- **κηρούς**

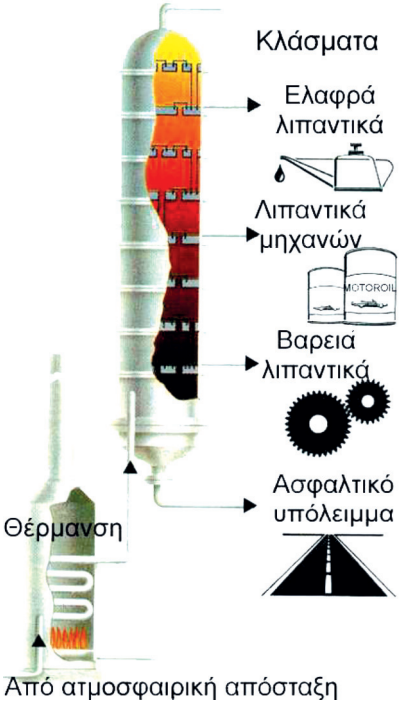
*Η απόσταξη του πετρελαίου αποτελεί το πρώτο βήμα για την παραγωγή της βενζίνης. Η βενζίνη που προέρχεται από την απόσταξη του πετρελαίου θεωρείται κακής ποιότητας καύσιμο με λίγα οκτάνια, καθώς δεν περιέχει μεγάλο ποσοστό διακλαδισμένων αλκανίων. Γι΄ αυτό οι χημικοί πετρελαίων έχουν επινοήσει αρκετές μεθόδους για την παραγωγή καυσίμων υψηλότερης ποιότητας. Μία από τις μεθόδους αυτές ονομάζεται **καταλυτική πυρόλυση** και συνίσταται στη διάσπαση κλάσματος της κηροζίνης με (C_{11} - C_{14}) σε μικρότερα μόρια κατάλληλα να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή της βενζίνης (C_7 -C_{10}).*

(Απόσπασμα από
John McMurry
Οργανική Χημεία , τόμος 1)

Α. Ατμοσφαιρική απόσταξη



Β. Απόσταξη κενού



Μία αποστακτική στήλη ατμοσφαιρικής πίεσης με ύψος 50 m και διάμετρο 9 m έχει ικανότητα διύλισης περίπου 10^7 τόνων πετρελαίου το χρόνο.

ΣΧΗΜΑ 1.2 Κλασματική απόσταξη πετρελαίου, παραγόμενα προϊόντα και χρήσεις αυτών. Η απόσταξη γίνεται σε δύο βήματα:
α. σε ατμοσφαιρική πίεση, όπου παραλαμβάνονται τα ελαφρά κλάσματα και
β. υπό κενό, όπου παραλαμβάνονται τα βαρύτερα κλάσματα του πετρελαίου.

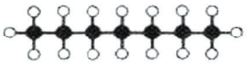
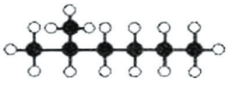
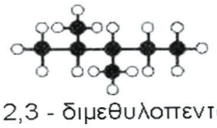
λύτιμο κλάσμα του πετρελαίου. Η βενζίνη όμως που παίρνουμε από την κλασματική απόσταξη του αργού πετρελαίου δεν φτάνει για να καλύψει τις αυξανόμενες ανάγκες της αγοράς. Ο λόγος αυτός οδήγησε στην παραγωγή βενζίνης από ανώτερα κλάσματα του πετρελαίου. Ανώτερα κλάσματα ονομάζονται αυτά που τα παίρνουμε σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από αυτή που αποστάζει η βενζίνη.

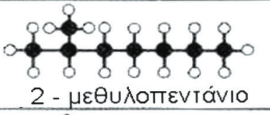
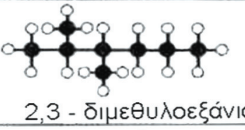
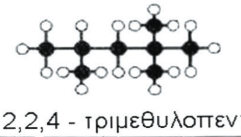
Τα ανώτερα κλάσματα του πετρελαίου, που δεν έχουν τόσο μεγάλη ζήτηση όσο η βενζίνη, υποβάλλονται σε μία κατεργασία που ονομάζεται ***πυρόλυση*** (cracking). Κατά την πυρόλυση θερμαίνεται το κλάσμα του πετρελαίου παρουσία καταλυτών (Al_2O_3 και SiO_2), οπότε διασπάται σε υδρογονάνθρακες με λιγότερα άτομα άνθρακα π.χ. το δεκατριάνιο μπορεί να διασπαστεί

$$C_{13}H_{28} \longrightarrow \underset{\text{βενζίνη}}{C_8H_{18}} + \underset{\text{πρώτες ύλες πετροχημείας}}{CH_2 = CH_2 + CH_3CH = CH_2}$$

Η βενζίνη που παίρνουμε από την πυρόλυση είναι καλύτερης ποιότητας, από τη βενζίνη που παίρνουμε με κλασματική απόσταξη του αργού πετρελαίου. Με ανάμειξη των δύο αυτών ειδών της βενζίνης παίρνουμε τη βενζίνη που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή ζωή.

Η ποιότητα της βενζίνης καθορίζεται από τη συμπεριφορά της κατά την καύση σε πρότυπο βενζινοκινητήρα. Μετριέται δε με ένα δείκτη που ονομάζεται ***αριθμός οκτανίου***. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός οκτανίου μίας βενζίνης, τόσο καλύτερης ποιότητας είναι. Οι υδρογονάνθρακες με ευθύγραμμη αλυσίδα έχουν μικρό αριθμό οκτανίων. Αντίθετα, οι υδρογονάνθρακες με πολλές διακλαδώσεις έχουν μεγάλο αριθμό οκτανίων, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

ισομερή επτανίου	οκτάνια
 επτάνιο	0
 2 - μεθυλοεξάνιο	46
 2,3 - διμεθυλοπεντάνιο	88

ισομερή οκτανίου	οκτάνια
οκτάνιο	<0
 2 - μεθυλοπεντάνιο	24
 2,3 - διμεθυλοεξάνιο	79
 2,2,4 - τριμεθυλοπεντάνιο	100

Τέλος, δύο άλλα προϊόντα πυρόλυσης του πετρελαίου, το αιθένιο και το προπένιο, αποτελούν τις βασικές πρώτες ύλες στην οργανική χημική βιομηχανία (πετροχημεία).

εκτόνωση

συμπίεση και ανάφλεξη

Στις μηχανές εσωτερικής καύσεως το μίγμα βενζίνης και αέρα αναφλέγεται στους κυλίνδρους της μηχανής με τη βοήθεια ηλεκτρικού σπινθήρα, που προέρχεται π.χ. από το μπουζί. Μία βενζίνη θεωρείται καλής ποιότητας όταν η ανάφλεξη γίνεται ομαλά, χωρίς κτυπήματα (μικροεκρήξεις), ακόμα και κάτω από υψηλές συνθήκες συμπίεσης. Να σημειωθεί ότι, όσο μεγαλύτερη είναι η συμπίεση του μίγματος αέρα - βενζίνη, τόσο μεγαλύτερη είναι η απόδοση του κινητήρα.

1.2. Νάφθα - Πετροχημικά

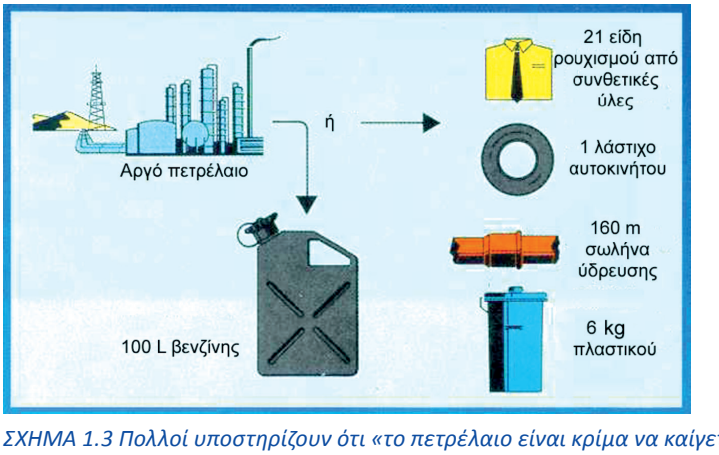
• *Νάφθα είναι το κλάσμα της απόσταξης του αργού πετρελαίου που βρίσκεται μεταξύ της βενζίνης και της κηροζίνης. Το κλάσμα αυτό αποτελείται κυρίως από αλκάνια με 5 έως 9 άτομα άνθρακα.*

• *Πετροχημεία είναι ο κλάδος της βιομηχανικής χημείας, που περιλαμβάνει το σύνολο των μεθόδων παραγωγής χημικών προϊόντων με πρώτη ύλη το πετρέλαιο.*

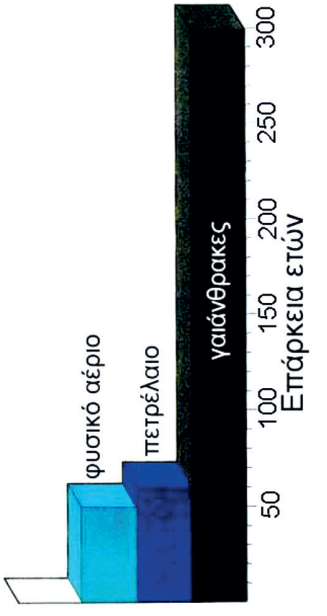
Οι πρώτες ύλες της πετροχημείας είναι αέριοι και υγροί υδρογονάνθρακες που προέρχονται κυρίως από το πετρέλαιο και ειδικότερα από τη νάφθα. Η σημαντικότερη διεργασία μέσω της οποίας η νάφθα δίνει τις κύριες πρώτες ύλες της πετροχημείας είναι η πυρόλυση.

Κατά την πυρόλυση της νάφθας προκύπτουν τα εξής προϊόντα:
1. Αέριο νάφθας, που χρησιμοποιείται κυρίως ως καύσιμο και περιέχει περίπου CH_4 (75%), H_2 (5%), C_4H_{10} (5%).
2. Βενζίνη.
3. Κατώτεροι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες, όπως αιθένιο, προπένιο, βουτένιο, 1,3 - βουταδιένιο. Μαζί μ' αυτούς παράγεται μικρή ποσότητα αρωματικών υδρογονανθράκων με σημαντικότερο το βενζόλιο.

• *Με βάση τους «μικρούς» αυτούς υδρογονάνθρακες (μεθάνιο, αιθένιο, προπένιο, βουτένιο, 1,3 - βουταδιένιο, βενζόλιο) μπορούν να παρασκευαστούν πλήθος οργανικών προϊόντων, ακόμη και πολύπλοκης δομής μεγαλομόρια, μεγάλης τεχνολογικής και οικονομικής σημασίας. Ανάμεσα σ' αυτά αναφέρουμε τα απορρυπαντικά, αζωτούχα λιπάσματα, πολυμερή, υφάνσιμες ίνες κλπ.*



ΣΧΗΜΑ 1.3 Πολλοί υποστηρίζουν ότι «το πετρέλαιο είναι κρίμα να καίγεται».



Έχει υπολογιστεί ότι τα αποθέματα πετρελαίου, φυσικού αερίου και γαιανθράκων επαρκούν για τόσα έτη, όσα δείχνει το σχήμα.

• *Με την πάροδο του χρόνου ελπίζουμε, ότι οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, όπως η **αιολική** και η **ηλιακή**, θα αντικαθιστούν όλο και περισσότερο το πετρέλαιο και θα έχουμε τα εξής οφέλη:*
1.Μικρότερη ρύπανση του περιβάλλοντος.
2.Εξοικονόμηση του πετρελαίου, ώστε τα αποθέματα αυτού να αξιοποιηθούν για την παρασκευή οργανικών πρώτων υλών, την παραγωγή φαρμάκων, πλαστικών, απορρυπαντικών, αρωμάτων κ.α. Αν συμβούν αυτά, θα επιβεβαιωθεί ακόμη περισσότερο ο χαρακτηρισμός του πετρελαίου «μαύρος χρυσός».

1.3. Αλκάνια - μεθάνιο, φυσικό αέριο, βιοαέριο

Φυσικό αέριο

Συνήθως το πετρέλαιο συνυπάρχει με αέριο μίγμα, κυρίως υδρογονανθράκων, που ονομάζεται φυσικό αέριο.

- *Το φυσικό αέριο είναι μίγμα αέριων υδρογονανθράκων με κύριο συστατικό το μεθάνιο, CH_4 (μέχρι και 90%).*

Το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται ως καύσιμο και παρουσιάζει δύο βασικά πλεονεκτήματα έναντι του πετρελαίου:
1. Είναι καθαρό καύσιμο, γιατί αφ' ενός μεν καίγεται πλήρως και με ευκολία προς CO_2, αφ' ετέρου δεν περιέχει S ή N_2, οπότε δε δίνει ρυπογόνα αέρια όπως, SO_2, CO, NOx.
2. Έχει μεγάλη θερμαντική ικανότητα (9000 – 12000 Kcal για κάθε 1 m^3 καυσίμου).

Εκτός από καύσιμο το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται και ως πρώτη ύλη στη βιομηχανία πετροχημικών προϊόντων.

Αλκάνια - μεθάνιο
Γενικά

Όπως έχουμε αναφέρει, αλκάνια ονομάζονται οι άκυκλοι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες. Τα αλκάνια έχουν γενικό μοριακό τύπο: C_vH_{2v+2} και το πρώτο μέλος της ομόλογης σειράς των αλκανίων είναι το μεθάνιο CH_4. Στον ακόλουθο πίνακα φαίνονται οι μοριακοί και συντακτικοί τύποι των αλκανίων με 1 έως 5 άτομα άνθρακα.

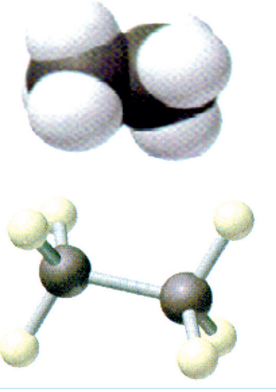
Τα αλκάνια εμφανίζουν τετραεδρική διάταξη στο χώρο. Δηλαδή, στο κέντρο του τετραέδρου τοποθετείται ένα άτομο άνθρακα και στις κορυφές τοποθετούνται οι υποκαταστάτες του.

Προέλευση

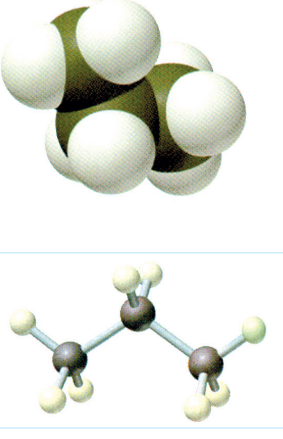
Οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες βρίσκονται άφθονοι στο φυσικό αέριο και στο πετρέλαιο. Επίσης το μεθάνιο αποτελεί το κύριο συστατικό του ***βιοαερίου***.

- *Βιοαέριο είναι το αέριο που παράγεται από τη σήψη της βιομάζας (το σύνολο της οργανικής ύλης που παράγουν τα ζώα και τα φυτά) και του οποίου το κύριο συστατικό είναι το μεθάνιο.*

Μεθάνιο CH_4



Αιθάνιο CH_3CH_3

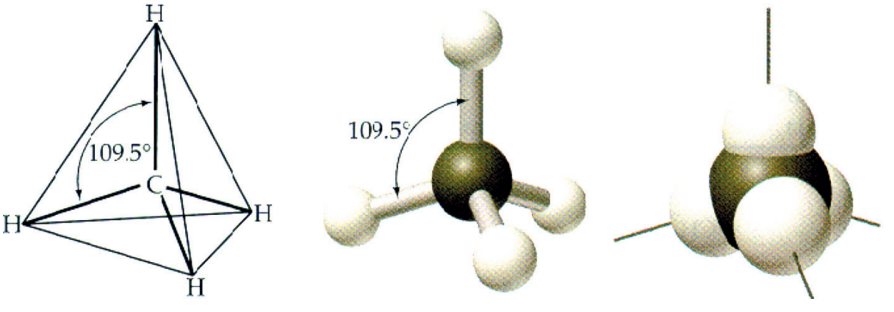


Προπάνιο $CH_3CH_2CH_3$

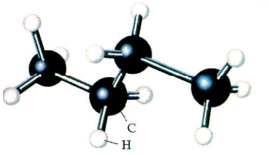
Μοριακά μοντέλα αλκανίων πάνω: η συμπαγής μορφή κάτω: η εκτεταμένη μορφή μοντέλων.

N	$C_νH_{2ν+2}$	Συντακτικοί τύποι
1	CH_4	CH_4 μεθάνιο
2	C_2H_6	$CH_3 – CH_3$ αιθάνιο
3	C_3H_8	$CH_3 – CH_2 – CH_3$ προπάνιο
4	C_4H_{10}	$CH_3CH_2CH_2CH_3$ βουτάνιο $CH_3CH(CH_3)CH_3$ μεθυλοπροπάνιο
	C_5H_{12}	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$ πεντάνιο $CH_3CH(CH_3)CH_3$ μεθυλοβουτάνιο $CH_3C(CH_3)_2CH_3$ διμεθυλοπροπάνιο

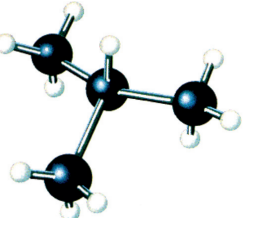
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3: Μοριακοί , συντακτικοί και ονόματα των πρώτων μελών



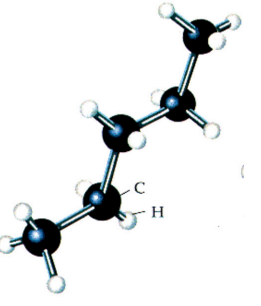
ΣΧΗΜΑ 1.4 Στερεοχημική διάταξη μεθανίου.



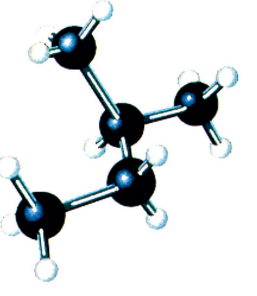
Βουτάνιο



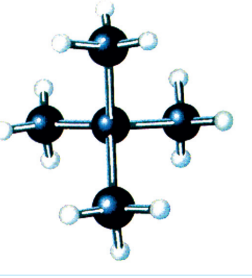
Μεθυλοπροπάνιο



Πεντάνιο



Μεθυλοβουτάνιο



Διμεθυλοπροπάνιο

Παρασκευές

Τα αλκάνια, ως φυσικές πρώτες ύλες, δεν παράγονται βιομηχανικά. Αντίθετα, αποτελούν τις πρώτες ύλες για την παραγωγή άλλων ενώσεων (πετροχημεία). Τα απλούστερα αλκάνια (μεθάνιο έως πεντάνιο) μπορούν να παραχθούν σε καθαρή κατάσταση με κλασματική απόσταξη του πετρελαίου ή του φυσικού αερίου. Τα υπόλοιπα αλκάνια μπορούν να συντεθούν με μία από τις μεθόδους που περιγράφονται παρακάτω, οι οποίες έχουν καθαρό εργαστηριακό χαρακτήρα.

Γενικές παρασκευές αλκανίων

1. Από τα αλκυλαλογονίδια RX με αντικατάσταση του αλογόνου από υδρογόνο.

$$RX + H_2 \xrightarrow{Pt} RH + HX$$

Από τα αλκυλαλογονίδια δραστικότερα είναι τα αλκυλοϊωδίδια, ακολουθούν τα αλκυλοβρωμίδια και αλκυλοχλωρίδια, ενώ τα αλκυλοφθορίδια είναι τελείως αδρανή.

π.χ. $CH_3I + H_2 \xrightarrow{Pt} CH_4 + HI$

2. Με επίδραση νατρίου σε αλκυλαλογονίδια διαλυμένα σε ξηρό αιθέρα (μέθοδος Wurtz).

$$2RX + 2Na \xrightarrow[\text{αιθέρας}]{\text{ξηρός}} R - R + 2NaX$$

π.χ. $2CH_3Br + 2Na \longrightarrow CH_3CH_3 \quad + \ 2NaBr$

3. Με θέρμανση των με νάτριο ή κάλιο αλάτων κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων (RCOONa ή RCOOK) με στερεό NaOH ή KOH.

$$RCOONa + NaOH \xrightarrow{\Theta} RH + Na_2CO_3$$

Η μέθοδος αυτή ονομάζεται αποκαρβοξυλίωση και το αλκάνιο που προκύπτει έχει 1 άτομο C λιγότερο από το άλας.

π.χ. $CH_3COONa + NaOH \xrightarrow{\Theta} CH_4 + Na_2CO_3$

4. Με καταλυτική υδρογόνωση ακόρεστων υδρογονανθράκων.

$$C_\nu H_{2\nu} + H_2 \xrightarrow{Pt, Pd, Ni} C_\nu H_{2\nu+2}$$

π.χ. $CH_2 = CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_3$

Φυσικές ιδιότητες

Τα κατώτερα μέλη των αλκανίων (C_1 - C_4) είναι αέρια, άχρωμα, άοσμα και αδιάλυτα στο νερό. Τα μέσα μέλη (C_5 - C_{16}) είναι υγρά με χαρακτηριστική οσμή πετρελαίου και τα ανώτερα (C_{17} και άνω) είναι στερεά, άχρωμα με υφή κεριού, όπως η βαζελίνη.

Χημικές ιδιότητες

Το CH_4 και όλα ***τα αλκάνια είναι αδρανείς ενώσεις.*** Σε κατάλληλες όμως συνθήκες μπορούν να δώσουν ορισμένες αντιδράσεις, σημαντικότερες από τις οποίες είναι: η καύση, η πυρόλυση και η υποκατάσταση.

α. Καύση

• Το βιοαέριο προέρχεται από βιολογικές δράσεις, όταν υπάρχει έλλειψη οξυγόνου, όπως συμβαίνει κατά την αποσύνθεση (σήψη) οργανικών ενώσεων στα έλη. Η βιομάζα ανανεώνεται πολύ γρήγορα και είναι πρώτη ύλη ανανεώσιμης πηγής ενέργειας. Οι αγελάδες αποτελούν μία σημαντική πηγή βιοαερίου, όχι ακριβώς οι ίδιες, αλλά τα βακτήρια με τα οποία συμβιώνουν. Επίσης οι πυρκαγιές που γίνονται στις «χωματερές» προέρχονται κυρίως από την ανάφλεξη του βιοαερίου.

Οι καύσεις του φυσικού αερίου (CH_4) και του υγραερίου (C_3H_8 και C_4H_{10}) δίνουν πολύ καθαρές φλόγες, εφόσον γίνονται τέλεια (με περίσσεια αέρα).

Τα αλκάνια καίγονται με περίσσεια οξυγόνου (ή αέρα) προς διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Για την έναρξη της αντίδρασης απαιτείται σπινθήρας, ο οποίος ενεργοποιεί τα αντιδρώντα.

$$C_\nu H_{2\nu+2} + \frac{3\nu+1}{2} O_2 \longrightarrow \nu CO_2 + (\nu+1) H_2O$$

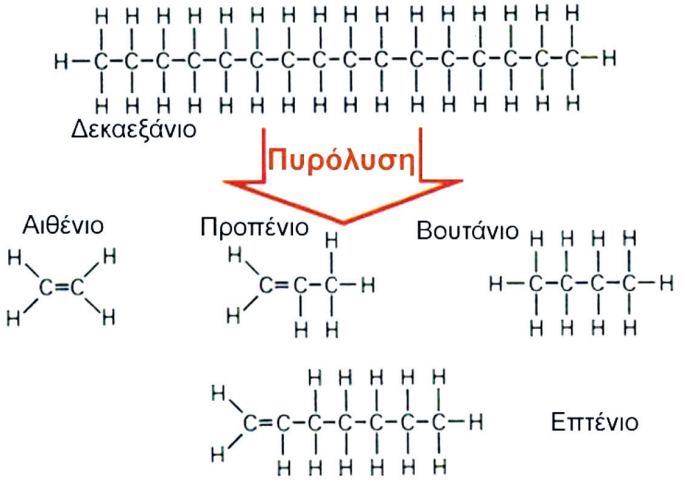
π.χ. $CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$

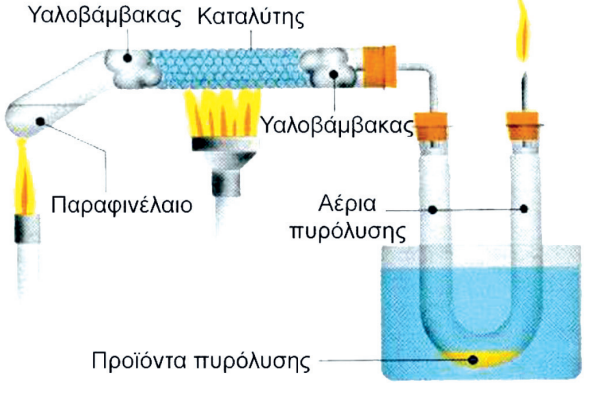
Όταν η ποσότητα οξυγόνου δεν είναι επαρκής, η καύση είναι ατελής, οπότε σχηματίζονται διάφορα προϊόντα όπως C, CO.

β. Πυρόλυση

Έχουμε ήδη τονίσει τη σημασία της πυρόλυσης για την παρασκευή βενζίνης και για την παρασκευή των ακόρεστων και αρωματικών υδρογονανθράκων που χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες στα πετροχημικά εργοστάσια. Υπενθυμίζουμε ότι η πυρόλυση γίνεται με θέρμανση παρουσία καταλυτών και απουσία αέρα. Κατά την πυρόλυση γίνονται πολλές αντιδράσεις, όπως σχάση αλυσίδας, κυκλοποίηση, ισομερείωση και αφυδρογόνωση. Αντιδράσεις που οδηγούν σε προϊόντα με διακλαδισμένη αλυσίδα χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της ποιότητας μίας βενζίνης ***(αναμόρφωση βενζίνης)***.

- *Πυρόλυση αλκανίων είναι η θερμική διάσπαση απουσία αέρα κάτω από πίεση, με ή χωρίς καταλύτη, που οδηγεί σε μίγματα κορεσμένων και ακόρεστων υδρογονανθράκων με μικρότερη σχετική μοριακή μάζα ή σε ισομερείς με διακλαδισμένη αλυσίδα*





- *Πυρόλυση από τις λέξεις πυρ (φωτιά) και λύση (διάσπαση).*

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΥΡΟΛΥΣΗΣ

- *Τα μικρής σχετικής μοριακής μάζας προϊόντα που παράγονται από την πυρόλυση κλασμάτων του πετρελαίου μπορούν να διαχωριστούν και να καθαριστούν, και αποτελούν τις πλέον σημαντικές πρώτες ύλες για τη σύνθεση άκυκλων οργανικών ενώσεων σε μεγάλη κλίμακα.*
- *Η σπουδαιότερη όμως πυρολυτική διάσπαση των αλκανίων κατευθύνεται στην παραγωγή καυσίμων π.χ. παραγωγή βενζίνης ή βελτίωση ποιότητας βενζίνης.*

ΣΧΗΜΑ 1.5 Διαγραμματική απεικόνιση πιθανών προϊόντων πυρόλυσης δεκαεξανίου.

ΣΧΗΜΑ 1.6 Εργαστηριακή διάταξη πυρόλυσης αλκανίων.

γ. Υποκατάσταση

Σε ορισμένες συνθήκες είναι δυνατό να υποκατασταθούν ένα ή περισσότερα υδρογόνα ενός αλκανίου από άλλα στοιχεία ή ομάδες στοιχείων. Από όλες αυτές τις αντιδράσεις ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ***αλογόνωση*** (και ειδικότερα η χλωρίωση), η οποία είναι μία *φωτοχημική αντίδραση*, δηλαδή γίνεται παρουσία φωτός. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αλογόνωσης είναι η χλωρίωση του μεθανίου. Στο διάχυτο φως γίνεται σταδιακή υποκατάσταση των ατόμων υδρογόνου του μεθανίου από άτομα χλωρίου.

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow[\text{φως}]{\text{διάχυτο}} \underset{\text{χλωρομεθάνιο}}{CH_3Cl} + HCl$$

$$CH_3Cl + Cl_2 \xrightarrow[\text{φως}]{\text{διάχυτο}} \underset{\text{διχλωρομεθάνιο}}{CH_2Cl_2} + HCl$$

$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \longrightarrow \underset{\text{τριχλωρομεθάνιο ή χλωροφόρμιο}}{CHCl_3} + HCl$$

$$CHCl_3 + Cl_2 \longrightarrow \underset{\text{τετραχλωρομεθάνιο ή τετραχλωράνθρακας}}{CCl_4} + HCl$$

Χρήσεις

Με βάση όσα ήδη έχουν αναφερθεί, προκύπτει ότι τα αλκάνια χρησιμοποιούνται ή ως καύσιμα ή ως πρώτες ύλες στη βιομηχανία των πετροχημικών. Παρακάτω δίνονται χαρακτηριστικά παραδείγματα χρήσεων.

- CH_4 : χρησιμοποιείται ως καύσιμο (φυσικό αέριο - βιοαέριο - αέριο νάφθας) και ως πρώτη ύλη στην πετροχημεία.
- C_3H_8 -C_4H_{10} : χρησιμοποιείται ως υγραέριο στις γνωστές μας φιάλες «πετρογκάζ» ή τα κοινά «γκαζάκια», τα οποία περιέχουν μίγμα C_3H_8 και C_4H_{10} υγροποιημένο υπό πίεση.
- C_5H_{12}-C_6H_{12} : χρησιμοποιείται υπό μορφή μίγματος κυρίως ως διαλύτης με το όνομα πετρελαϊκός αιθέρας.
- C_7H_{16}-C_9H_{20} : χρησιμοποιείται υπό μορφή μίγματος ως καύσιμο (βενζίνη).
- Αλκάνια με 20 και πάνω άτομα άνθρακα στο μόριό τους: χρησιμοποιούνται στη φαρμακευτική (βαζελίνη) και για την κατασκευή κεριών (παραφίνη).

Παράδειγμα 1.1

Ποιος από τους παρακάτω μοριακούς τύπους αντιστοιχεί σε αλκάνιο, ποιοι είναι δυνατοί συντακτικοί τύποι αυτού και πώς ονομάζονται οι αντίστοιχες ενώσεις;

(α) C_2H_4 β) C_3H_4 (γ) C_4H_{10} (γ) $CH_3CH(CH_3)CH_3$ (δ) C_2H_2

Απάντηση

Τα αλκάνια έχουν γενικό τύπο $C_\nu H_{2\nu+2}$. Άρα το C_4H_{10} αντιστοιχεί σε αλκάνιο. Οι δυνατοί συντακτικοί τύποι είναι:

$CH_3CH_2CH_2CH_3$ βουτάνιο και $CH_3CH(CH_3)CH_3$ μεθυλοπροπάνιο

Εφαρμογή

Ποιος από τους παρακάτω μοριακούς τύπους αντιστοιχεί σε αλκάνιο, ποιοι είναι οι δυνατοί συντακτικοί τύποι και πώς ονομάζονται οι αντίστοιχες ενώσεις;

(α) C_3H_6 (β) C_4H_6 (γ) C_5H_{12} (δ) C_5H_{10}

Παράδειγμα 1.2

Το «γκαζάκι», που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή ζωή μας, πολλές φορές περιέχει καθαρό βουτάνιο. Πόσα λίτρα CO_2 σε STP θα σχηματιστούν, όταν καεί πλήρως το περιεχόμενο μίας τέτοιας φιάλης που ζυγίζει 116 g;

Λύση

Γράφουμε την αντίδραση καύσης.

$$C_4H_{10} + \frac{13}{2}O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 5H_2O$$

1 mol δίνει 4 mol

ή 58 g 4·22,4 L (STP)

$$\frac{58\ g}{116\ gr} = \frac{4 \cdot 22{,}4\ L}{x}$$

x = 179,2 L CO_2 σε STP.

Εφαρμογή

Πόσα γραμμάρια H_2O θα σχηματιστούν κατά την πλήρη καύση 3 g αιθανίου; 5,4 g

Παράδειγμα 1.3

Από τα έλη εκλύεται ένας κορεσμένος υδρογονάνθρακας που διαπιστώθηκε ότι περιέχει 25% H. Να βρεθεί ο μοριακός τύπος του υδρογονάνθρακα.

Λύση

Από το γενικό τύπο των αλκανίων $C_νH_{2ν+2}$ προκύπτει ότι:

αλλά $\frac{(14ν+2)\ g\ C_νH_{2ν+2}}{100\ g}$ περιέχουν $\frac{(2ν+2)\ g\ H}{25\ g}$

ή ν = 1 Συνεπώς, ο μοριακός τύπος του υδρογονάνθρακα είναι CH_4, δηλαδή πρόκειται για το μεθάνιο.

Εφαρμογή

Αλκάνιο περιέχει 80% C. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος του αλκανίου; C_2H_6

1.4. Καυσαέρια - καταλύτες αυτοκινήτων

Το ενεργειακό πρόβλημα οφείλεται στα τεράστια ποσά ενέργειας που χάνονται καθημερινά. Αυτό το φαινόμενο παρατηρείται έντονα, όταν μία μορφή ενέργειας, για παράδειγμα η χημική, μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια, όπως συμβαίνει στην καύση. Η θερμική ενέργεια που απελευθερώνεται δεν είναι δυνατό να αξιοποιηθεί «εξ ολοκλήρου», για να παραχθεί μηχανικό έργο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι αποδόσεις να μη ξεπερνούν το 40%, ακόμα και στις πιο σύγχρονες μονάδες παραγωγής ισχύος.

Τα σημερινά αυτοκίνητα λειτουργούν με την αναλογία μίγματος αέρα και βενζίνης, με την οποία εξασφαλίζεται η μέγιστη οικονομία και η καλύτερη απόδοση της μηχανής. Ταυτόχρονα όμως, παράγεται μεγάλη ποσότητα ατμοσφαιρικών ρύπων. Οι ατμοσφαιρικοί αυτοί ρύποι προκαλούν κατά κύριο λόγο το φωτοχημικό νέφος, που τόσο έχει ταλαιπωρήσει τα τελευταία χρόνια τους κατοίκους των μεγαλουπόλεων.

Τα καυσαέρια των αυτοκινήτων αποτελούνται κυρίως από άζωτο (N_2), διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), υδρατμούς (H_2O), οξυγόνο (O_2), άκαυστους υδρογονάνθρακες οξείδια του αζώτου (NO, NO_2). Στα καυσαέρια περιέχονται επίσης μικρές ποσότητες διοξειδίου του θείου (SO_2). Απ' αυτά σχετικά αδρανή (μη τοξικά) είναι τα N_2, O_2, H_2O και CO_2, ενώ τα NO, NO_2, CO, SO_2 και οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες, που προκαλούν αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, χαρακτηρίζονται περιβαλλοντικοί ρύποι.

Το ***διοξείδιο του άνθρακα*** (CO_2) προκαλεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Όπως ακριβώς το γυαλί του θερμοκηπίου επιτρέπει στις ηλιακές ακτίνες να περνούν μέσα, αλλά δεν επιτρέπει τη διαφυγή της θερμικής ακτινοβολίας προς τα έξω, έτσι και το CO_2 δημιουργεί ατμόσφαιρα θερμομόνωσης. Κατ' αυτό τον τρόπο αυξάνεται η μέση θερμοκρασία της Γης και προκαλούνται μεταβολές στο κλίμα.

Το ***μονοξείδιο του άνθρακα*** (CO), ο αποκαλούμενος «σιωπηλός δολοφόνος» (είναι άχρωμο, άοσμο, άγευστο), δεσμεύει την αιμογλοβίνη του αίματος και έτσι εμποδίζει τη μεταφορά του αίματος στους ιστούς, προκαλώντας το θάνατο.

Τα οξείδια του αζώτου (NO, NO_2), πλην του φωτοχημικού νέφους, προκαλούν την όξινη βροχή. Επίσης προκαλούν το σχηματισμό όζοντος (O_3) στα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας (τροπόσφαιρα).

• *Οι καταλυτικοί μετατροπείς (ή καταλύτες) των αυτοκινήτων περιέχουν ευγενή μέταλλα (π.χ. Pt και Rh), σε μορφή μικρών κόκκων, τα*

• *Οι καταλύτες είναι ουσίες που επιταχύνουν μία χημική αντίδραση χωρίς οι ίδιοι να παθαίνουν καμιά αλλοίωση.*

• *Οι στερεοί καταλύτες, για να είναι αποτελεσματικοί, πρέπει να έχουν όσο το δυνατόν λεπτότερη μορφή κόκκων, ώστε να παρουσιάζουν μεγίστη επιφάνεια.*

• *Το τελικό αποτέλεσμα της δράσης των καταλυτών είναι οι μετατροπές:*

$$\begin{matrix} NO_x \\ CO \\ C_xH_y \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} N_2 \\ CO_2 \\ H_2O \end{matrix}$$

οποία επιταχύνουν τις χημικές αντιδράσεις για την μετατροπή των επικίνδυνων ρύπων σε αβλαβή για την ατμόσφαιρα καυσαέρια.

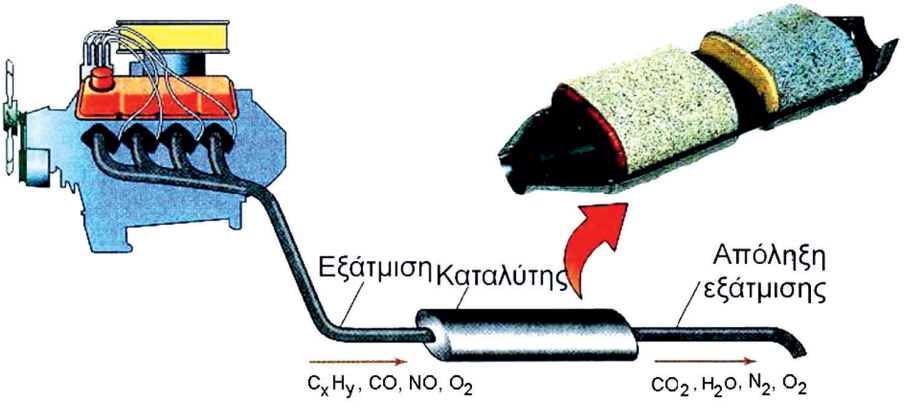
Έτσι το μονοξείδιο του άνθρακα και τα υπολείμματα από άκαυστους υδρογονάνθρακες καίονται προς διοξείδιο του άνθρακα (π.χ. με τη βοήθεια του Pt ή Pd), σύμφωνα με τις παρακάτω χημικές εξισώσεις:

$$C_xH_y(g) + (4x+y)/4\ O_2(g) \rightarrow x\ CO_2(g) + y/2\ H_2O(g)$$

$$2\ CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ CO_2(g)$$

Ενώ, τα οξείδια του αζώτου (NO, NO_2) ανάγονται (π.χ. με τη βοήθεια του Rh) διασπώμενα προς άζωτο και οξυγόνο, σύμφωνα με το σχήμα:

$$2\ NO(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g)$$



ΣΧΗΜΑ 1.7 Καταλυτικός μετατροπέας προσαρμοσμένος στο σύστημα εξαγωγής των καυσαερίων (εξάτμιση) του αυτοκινήτου.

Η χρήση της αμόλυβδης βενζίνης σε αυτοκίνητα με καταλύτες επιβάλλεται για τους παρακάτω σοβαρούς λόγους:

1. Ο μόλυβδος σχηματίζει κράματα με τα ευγενή μέταλλα (π.χ. Pt και Pd). Έτσι ο καταλύτης δηλητηριάζεται (απενεργοποιείται).

2. Ο μόλυβδος φράζει τους διαύλους του κεραμικού υποστρώματος πάνω στο οποίο βρίσκεται ο καταλύτης (τα ευγενή μέταλλα). Έτσι, τα μόρια των καυσαερίων δεν βρίσκουν το δρόμο τους προς τον καταλύτη.

ΣΧΗΜΑ 1.8 Κατασκευαστικές λεπτομέρειες καταλυτικού μετατροπέα. Το κέλυφος είναι από ανοξείδωτο χάλυβα. Ο καταλύτης συνήθως αποτελείται από λευκόχρυσο (Pt) και ρόδιο (Rh) πάνω σε υπόστρωμα από κεραμικό υλικό με ενδιάμεση επίστρωση αλουμίνας (Al_2O_3).

1.5 Αλκένια - αιθένιο ή αιθυλένιο

Γενικά

Αλκένια ονομάζονται οι άκυκλοι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες, οι οποίοι περιέχουν ένα διπλό δεσμό στο μόριο. Ο γενικός τύπος των αλκενίων είναι C_vH_{2v} ($v \geq 2$). Στον επόμενο πίνακα δίνονται οι μοριακοί, συντακτικοί τύποι και τα ονόματα των τριών πρώτων μελών των αλκενίων.

Μοριακοί Τύποι	Συντακτικοί τύποι
C_2H_4	$CH_2=CH_2$ αιθένιο ή αιθυλένιο
C_3H_6	$CH_3CH=CH_2$ προπένιο ή προπυλένιο
C_4H_8	$CH_3CH_2CH=CH_2$ 1-βουτένιο $CH_3CH=CH-CH_3$ 2-βουτένιο $CH=C(CH_3)-CH_3$ μεθυλοπροπένιο

Προέλευση - Παρασκευές

Σε αντίθεση με τα αλκάνια, τα αλκένια λόγω δραστικότητας δεν είναι τόσο διαδεδομένα στη φύση. Ορισμένα απ΄ αυτά έχουν σπουδαίο βιολογικό ρόλο, για παράδειγμα το αιθυλένιο είναι μία φυτική ορμόνη που προκαλεί την ωρίμανση των φρούτων.

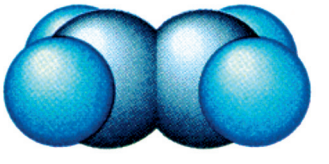
Τα αλκένια παρασκευάζονται:

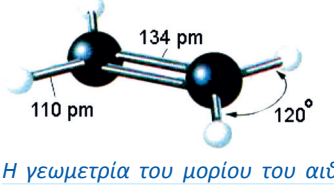
1. Στη βιομηχανία, με πυρόλυση πετρελαίου (αλκανίων). Τα αλκένια που έχουν μέχρι τέσσερα άτομα άνθρακα μπορούν να παραχθούν σε καθαρή μορφή από τη βιομηχανία πετρελαίου. Κατ' αυτό τον τρόπο παράγονται περισσότερα από 24 εκατομμύρια τόνοι αιθένιο και 14 εκατομμύρια τόνοι προπένιο το χρόνο στις ΗΠΑ (πρώτες ύλες για την παρασκευή κυρίως πλαστικών). Για πολυπλοκότερα αλκένια μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι παρακάτω εργαστηριακοί μέθοδοι παρασκευής.

2. Στο εργαστήριο, με αντιδράσεις απόσπασης. Συνήθως αποσπούμε ένα μόριο νερού από κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη (αφυδάτωση) ή ένα μόριο υδροχλωρίου από αλκυλοχλωρίδια (αφυδραλογόνωση).

• Τα αλκένια ονομάζονται και ολεφίνες από την ιδιότητα που έχουν τα κατώτερα μέλη τους, που είναι αέρια, να δίνουν ελαιώδη υγρά, όταν αντιδρούν με Cl_2 ή Br_2. Εκ των oleum = έλαιον και fio = δημιουργώ.

Καρότα - αλκένια και χημεία της όρασης
Τα καρότα είναι πλούσια σε β-καροτένιο (ένα πορτοκαλόχρωμο αλκένιο) το οποίο μετατρέπεται ενζυμικά στο ήπαρ σε μία φωτοευαίσθητη χρωστική στην οποία βασίζονται τα συστήματα όρασης όλων των ζώντων οργανισμών.





Η γεωμετρία του μορίου του αιθενίου. Γενικώς, η στερεοχημεία των αλκενίων είναι επίπεδη. Δηλαδή, ο άξονας του διπλού δεσμού και οι υποκαταστάτες των ατόμων άνθρακα του διπλού δεσμού βρίσκονται σ' ένα επίπεδο.

- ***Αφυδάτωση αλκοολών***

$$C_\nu H_{2\nu+1}OH \xrightarrow[H_2SO_4]{\Theta} C_\nu H_{2\nu} + H_2O$$

π.χ. $CH_3CH_2OH \xrightarrow[H_2SO_4]{170°C} CH_2 = CH_2 + H_2O$

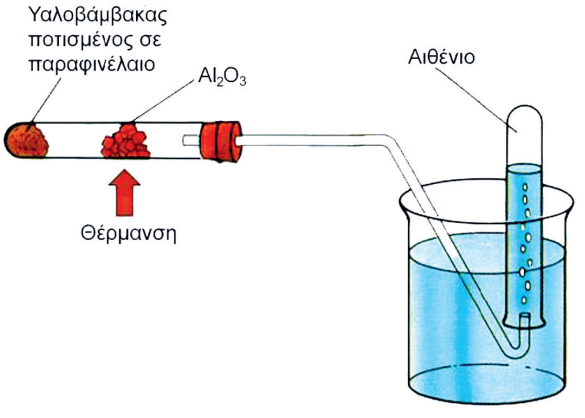
- ***Αφυδραλογόνωση αλκυλοχλωριδίων***

Η αφυδραλογόνωση γίνεται με αλκοολικό διάλυμα NaOH ή KOH.

$$C_\nu H_{2\nu+1}Cl + NaOH \xrightarrow[\text{διάλυμα}]{\text{αλκοολικό}} C_\nu H_{2\nu} + NaCl + H_2O$$

π.χ. $CH_3CH_2Cl + NaOH \xrightarrow[\text{διάλυμα}]{\text{αλκοολικό}} CH_2 = CH_2 + NaCl + H_2O$

• Η αφυδάτωση και αφυδραλογόνωση δεν περιορίζεται μόνο στις παρασκευές αλκανίων, αλλά αποτελεί γενικότερη μέθοδο για την εισαγωγή διπλού δεσμού άνθρακα – άνθρακα στο μόριο μίας ένωσης.



ΣΧΗΜΑ 1.9 Διάταξη για την παρασκευή αιθενίου με πυρόλυση αλκανίων.

Φυσικές ιδιότητες

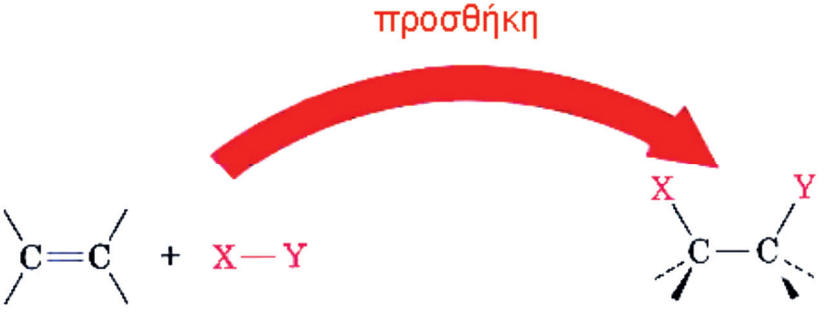
Τα αλκένια έχουν ουσιαστικά τις ίδιες φυσικές ιδιότητες με τα αλκάνια. Τα πρώτα μέλη είναι αέρια (C_2- C_4), τα μεσαία μέλη είναι υγρά (C_5- C_{14}) και τα ανώτερα είναι στερεά. Είναι αδιάλυτα στο νερό και διαλύονται σε οργανικούς διαλύτες. Το αιθένιο είναι αέριο άχρωμο με ασθενή χαρακτηριστική οσμή.

Χημικές ιδιότητες

Τα αλκένια είναι ενώσεις πολύ πιο δραστικές από τα αλκάνια. Η δραστικότητά τους οφείλεται στο διπλό δεσμό και οι ιδιότητες τους είναι στην ουσία ιδιότητες του διπλού δεσμού. Έτσι, τα αλκένια δίνουν:

α. Αντιδράσεις προσθήκης:

Οι αντιδράσεις αυτές είναι της γενικής μορφής:



Όπου, Χ-Ψ μπορεί να είναι H-H, Br-Br, H-Cl, H-OH.

- ***με υδρογόνο***

Η αντίδραση αυτή γίνεται παρουσία καταλύτη, συνήθως Pt και Pd, και ονομάζεται *υδρογόνωση*.

$$CH_2{=}CH_2 + H_2 \xrightarrow{Pt} CH_3\text{-}CH_3$$

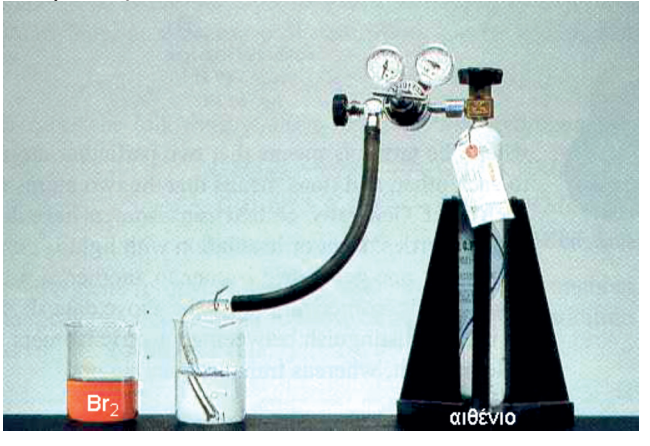
και γενικά $C_\nu H_{2\nu} + H_2 \xrightarrow{Pt} C_\nu H_{2\nu+2}$

- ***με αλογόνο***

π.χ. $CH_2{=}CH_2 + Br_2 \longrightarrow CH_2(Br)-CH_2(Br)$

και γενικά $C_\nu H_{2\nu} + Br_2 \longrightarrow C_\nu H_{2\nu} Br_2$

Αν προσθέσουμε αλκένιο σε διάλυμα Br_2 σε τετραχλωράνθρακα, τότε το αλκένιο αντιδρά με το Br_2 και το διάλυμα του Br_2, από κόκκινο που είναι, αποχρωματίζεται. Την αντίδραση αυτή δεν τη δίνουν τα αλκάνια. Ανάλογες αντιδράσεις προσθήκης με Br_2 δίνουν και άλλοι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες. Γενικότερα, η προσθήκη Br_2 αποτελεί ένα απλό εργαστηριακό έλεγχο της ακορεστότητας, καθώς η άμεση εξαφάνιση του κόκκινης χροιάς του Br_2 σημαίνει ότι η ένωση είναι ακόρεστη.



ΣΧΗΜΑ 1.10 Πειραματική διάταξη για την επίδειξη του αποχρωματισμού που προκαλεί το αέριο αιθυλένιο στο διάλυμα Br_2 σε τετραχλωράνθρακα.

- ***με υδραλογόνο***

π.χ $CH_2 = CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3CH_2Cl$

γενικά, $C_\nu H_{2\nu} + HCl \longrightarrow C_\nu H_{2\nu+1} Cl$

Αν αντιδράσει HCl με προπένιο $CH_3CH = CH_2$ είναι δυνατόν να σχηματιστούν δύο προϊόντα:

$$CH_3CH(Cl)CH_3 \text{ και } CH_3CH_2CH_2Cl.$$

Το κύριο προϊόν της παραπάνω αντίδρασης μεταξύ του προπενίου και υδροχλωρίου προβλέπεται ως εξής:

• Η προσθήκη στα αλκένια είναι μία πολύ χρήσιμη αντίδραση, καθώς αποτελεί τη βάση για τη σύνθεση πολλών οργανικών ενώσεων, όπως
- Αλκοόλων
- Ακλανίων
- Αλκυλαλογονιδίων
- Διαλογονιδίων κλπ.

• Ο κανόνας του Markovnikov: καθορίζει την τοποχημεία της προσθήκης.

• *Σύμφωνα με τον κανόνα του Markovnikov, στις αντιδράσεις προσθήκης μορίων της μορφής ΗΑ σε αλκένια, το Η προστίθεται κατά προτίμηση στο άτομο του C του διπλού δεσμού που έχει τα περισσότερα άτομα Η.*

Έτσι, έχουμε: $CH_3CH{=}CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3\underset{\underset{Cl}{|}}{C}HCH_3$

• ***με νερό (ενυδάτωση αλκενίων)***

$$CH_2 = CH_2 + HOH \xrightarrow{H^+} CH_3CH_2OH$$

γενικά, $C_\nu H_{2\nu} + H_2O \xrightarrow{H^+} C_\nu H_{2\nu+1}OH$

Η αντίδραση αυτή γίνεται παρουσία όξινου καταλύτη (π.χ. H_2SO_4).

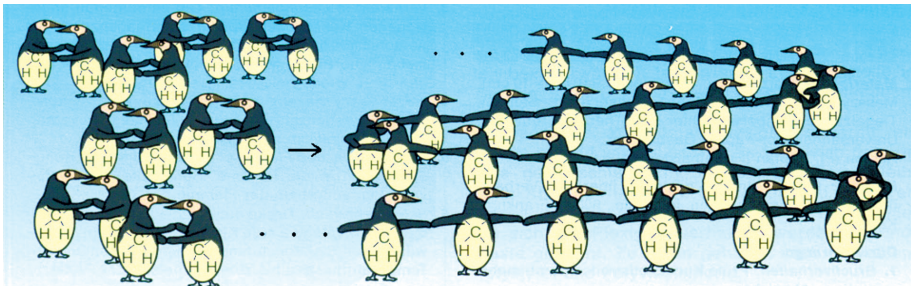
β. Πολυμερισμός

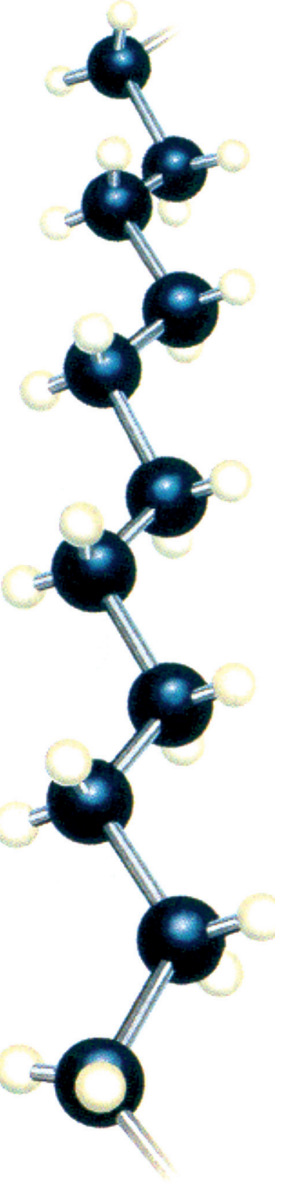
• *Πολυμερισμός ονομάζεται η συνένωση μικρών μορίων, που ονομάζονται μονομερή, προς σχηματισμό ενός μεγαλύτερου μορίου, που ονομάζεται πολυμερές.*

Η γενική αντίδραση πολυμερισμού μίας ένωσης με τύπο $CH_2{=}CH\text{-}A$ είναι η εξής: $\nu CH_2{=}\underset{\underset{A}{|}}{C}H \xrightarrow{\text{καταλυτες}} (\text{-}\underset{\underset{A}{|}}{C}H\text{-}CH_2\text{-})_\nu$

Ο πολυμερισμός αυτός ονομάζεται ***πολυμερισμός προσθήκης.*** Χαρακτηριστικά παραδείγματα πολυμερισμού δίνονται στον επόμενο πίνακα:

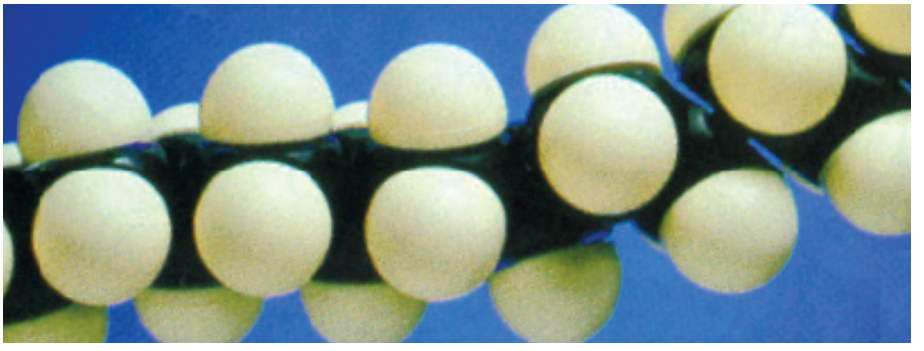
Μονομερές	Πολυμερές	Όνομα πολυμερούς	Χρήση
$CH_2 = CH_2$ Αιθένιο	$(\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_\nu$	πολυαιθυλένιο ή πολυαιθένιο	πλαστικές σακούλες, πλαστικά δοχεία
$\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{C}H = CH_2$ Προπένιο	$(\text{-}\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{C}H\text{-}CH_2\text{-})_\nu$	πολυπροπυλένιο ή πολυπροπένιο	πλαστικά σχοινιά, αδιάβροχα
$\underset{\underset{Cl}{\vert}}{C}H = CH_2$ Βινυλοχλωρίδιο	$(\text{-}\underset{\underset{Cl}{\vert}}{C}H\text{-}CH_2\text{-})_\nu$	πολυβινυλοχλωρίδιο	δίσκοι γραμμοφώνου, πλαστικοί σωλήνες
$\underset{\underset{CN}{\vert}}{C}H = CH_2$ Ακρυλονιτρίλιο	$(\text{-}\underset{\underset{CN}{\vert}}{C}H\text{-}CH_2\text{-})_\nu$	πολυακρυλονιτρίλιο	τεχνητό μαλλί (orlon)
$\underset{\underset{C_6H_5}{\vert}}{C}H = CH_2$ Στυρόλιο	$(\text{-}\underset{\underset{C_6H_5}{\vert}}{C}H\text{-}CH_2\text{-})_\nu$	πολυστυρόλιο	διογκωμένα πλαστικά για μόνωση





Απεικόνιση πολυαιθυλενίου σε μοριακό μοντέλο και κάτω μία πιο μοντέρνα αντίληψη στο ίδιο θέμα.

• *Η ρίζα $CH_2{=}CH\text{–}$ ονομάζεται βινύλιο.*



Απεικόνιση πολυαιθυλενίου με μοριακό μοντέλο σε συμπαγή μορφή.

γ. Καύση

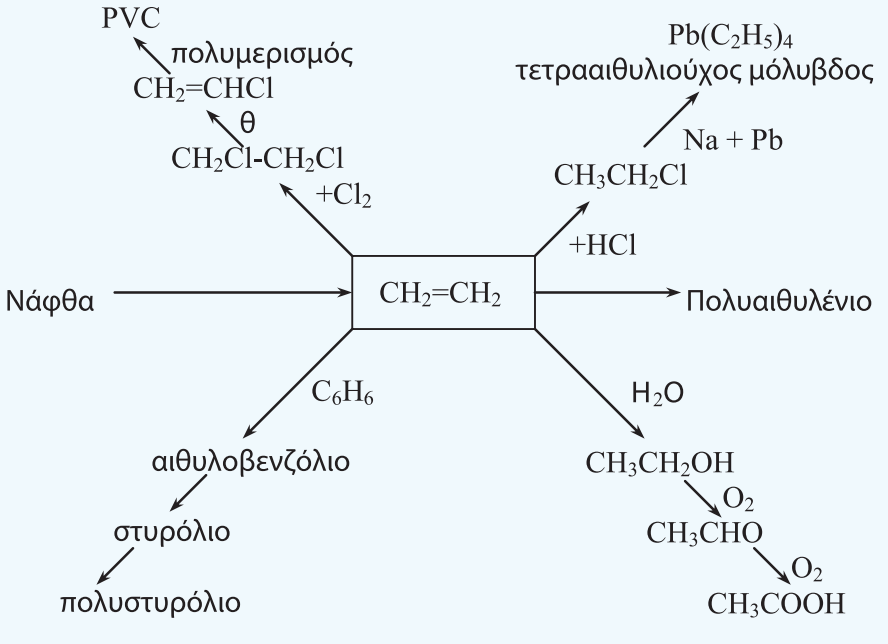
Τα αλκένια όταν καίγονται πλήρως δίνουν CO_2 και H_2O.

π.χ. $CH_2 = CH_2 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$

Χρήσεις αλκενίων και αιθυλενίου

Το αιθυλένιο χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παρασκευή άλλων οργανικών ουσιών. Στον επόμενο πίνακα φαίνονται μερικές από τις πιο σημαντικές βιομηχανικές χρήσεις του αιθυλενίου.

Βιομηχανικες Χρήσεις Αιθυλενίου



Το παραγόμενο πολυαιθυλένιο σε μορφή αιωρήματος με διαλύτη.

Παράδειγμα 1.4

Ποσότητα αιθυλενίου αντιδρά πλήρως με H_2 παρουσία νικελίου και δίνει αιθάνιο. Το αιθάνιο καίγεται πλήρως, οπότε παράγονται 8,96 L CO_2 σε STP. Ποια είναι η μάζα του αιθυλενίου που υδρογονώθηκε;

Λύση

1ος τρόπος

Γράφουμε τις σχετικές αντιδράσεις

$$CH_2 = CH_2 + H_2 \longrightarrow CH_3 - CH_3$$

$$CH_3CH_3 + \frac{7}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

Από την ποσότητα του CO_2 υπολογίζουμε την ποσότητα του αιθανίου και από την ποσότητα του αιθανίου υπολογίζουμε την ποσότητα του αιθυλενίου.

$$CH_3CH_3 + \frac{7}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

$$\frac{1\text{mol}}{x} = \frac{2 \cdot 22{,}4\text{L (STP)}}{8{,}96\text{L}}$$

$$x = 0{,}2\,\text{mol}$$

$$CH_2 = CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_3$$

$$\frac{28g}{y} = \frac{1mol}{0{,}2mol}$$

$$y = 5{,}6g$$

2ος τρόπος

Ο δεύτερος τρόπος είναι γενικότερος και τον προτιμάμε για σχετικά «δυσκολότερες» ασκήσεις.

Έστω ότι αντιδρούν x mol αιθυλενίου. Από τις αντιδράσεις έχουμε:

$$CH_2 = CH_2 + H_2 \longrightarrow CH_3CH_3$$

1mol 1 mol

x mol x mol

$$CH_3CH_3 + \frac{7}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

1mol 2 mol

x mol 2x mol

Από την άσκηση δίνεται ότι:

σε STP, οπότε $2x \cdot 22{,}4 = 8{,}96$ ή $x = 0{,}2$.

Το πολυαιθυλένιο δεν σχηματίζει αποκλειστικά ευθείες αλυσίδες, όπως θα περίμενε κανείς, αλλά και διακλαδώσεις. Εξαιτίας αυτού παρουσιάζει μεγάλη πλαστικότητα (κατασκευή πλαστικών σακουλών κλπ). Όσο μεγαλώνει η ευθύγραμμη αλυσίδα, δηλαδή η σχετική μοριακή μάζα (M_r) τόσο πιο σκληρό γίνεται το πολυαιθυλένιο (κατασκευή πλαστικών δοχείων τροφίμων, ποτών κλπ). Μάλιστα από πολύ μεγάλου M_r πολυαιθυλένιο φτιάχτηκαν ίνες ανθεκτικότερες από το χάλυβα.

Άρα αντιδρούν 0,2 mol $CH_2 = CH_2$ ή $0,2 \cdot 28\ g = 5,6\ g$.

Εφαρμογή

Ποσότητα προπενίου αντιδρά πλήρως με H_2 παρουσία Ni και παράγεται προπάνιο, που καίγεται πλήρως οπότε σχηματίζονται 7,2 g H_2O. Ποια η μάζα του προπενίου που αντέδρασε; *(4,2 g)*

Παράδειγμα 1.5

2,24 L αερίου αλκενίου μετρημένα σε STP καίγονται πλήρως και παράγονται 8,8 g CO_2. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος του αλκενίου;

Λύση

Γράφουμε τη γενική αντίδραση πλήρους καύσης των αλκενίων:

$$C_vH_{2v} + \frac{3v}{2}O_2 \longrightarrow vCO_2 + vH_2O$$

από την αντίδραση έχουμε: $\frac{1\ mol}{22,4\ L} = \frac{v\ mol}{44\ vg}$ *Κ.Σ. ή STP*

από την άσκηση: $\frac{}{2,24\ L} \quad \frac{}{8,8g}$

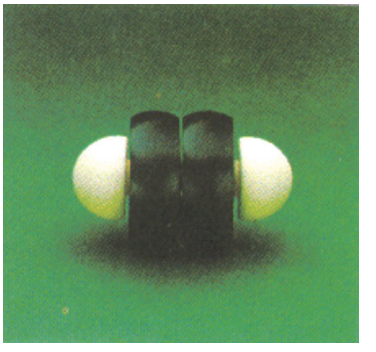
$v = 2$

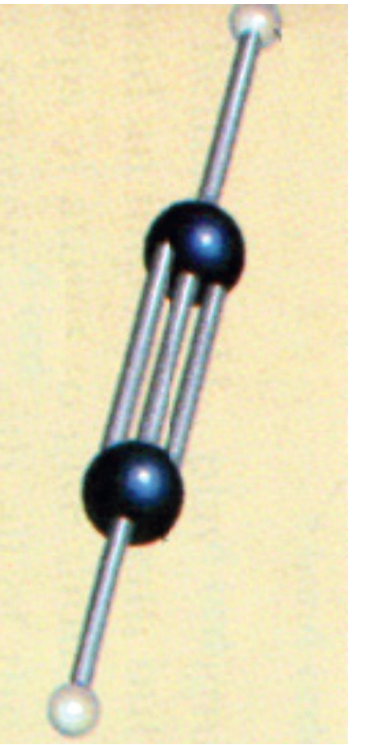
και ο μοριακός τύπος είναι C_2H_4

Εφαρμογή

4,48 L αερίου αλκενίου μετρημένα σε STP καίγονται πλήρως και παράγονται 10,8 g H_2O. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος του αλκενίου; *(C_3H_6)*

1.6. Αλκίνια - αιθίνιο ή ακετυλένιο





Η δομή του ακετυλενίου με μοριακά μοντέλα. Γενικώς τα αλκίνια εμφανίζουν ευθύγραμμη διάταξη. Δηλαδή, ο άξονας του τριπλού δεσμού και ο υποκαταστάτης του C του τριπλού δεσμού (π.χ. H) βρίσκονται σε μία ευθεία.

Γενικά

Αλκίνια ονομάζονται οι άκυκλοι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες, οι οποίοι στο μόριό τους περιέχουν ένα τριπλό δεσμό. Το ακετυλένιο, που είναι το απλούστερο μέλος της σειράς, παλαιότερα έβρισκε μεγάλη βιομηχανική χρήση για την παρασκευή ακεταλδεϋδης, οξικού οξέος κλπ. Σήμερα, όμως, οι μέθοδοι αυτοί έχουν αντικατασταθεί από άλλες πιο οικονομικές με πρώτη ύλη το αιθυλένιο. Ο γενικός τύπος των αλκινίων είναι C_vH_{2v-2} $(v \geq 2)$. Στον επόμενο πίνακα γράφουμε τους μοριακούς και συντακτικούς τύπους των πρώτων μελών των αλκινίων.

Μοριακοί Τύποι	Συντακτικοί Τύποι	
C_2H_2	$HC \equiv CH$	αιθίνιο ή ακετυλένιο
C_3H_4	$HC \equiv C - CH_3$	προπίνιο
C_4H_6	$HC \equiv C - CH_2CH_3$ $CH_3 - C \equiv C - CH_3$	1-βουτίνιο 2-βουτίνιο

Προέλευση - Παρασκευές

Τα αλκίνια λόγω δραστικότητας απαντούν σε μικρές ποσότητες στη φύση. Το μέλος της ομόλογης σειράς που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι το ακετυλένιο το οποίο και θα εξετάσουμε αναλυτικότερα.

Παρασκευές ακετυλενίου

1. Βιομηχανικά, με πυρόλυση του μεθανίου στους 1200 °C

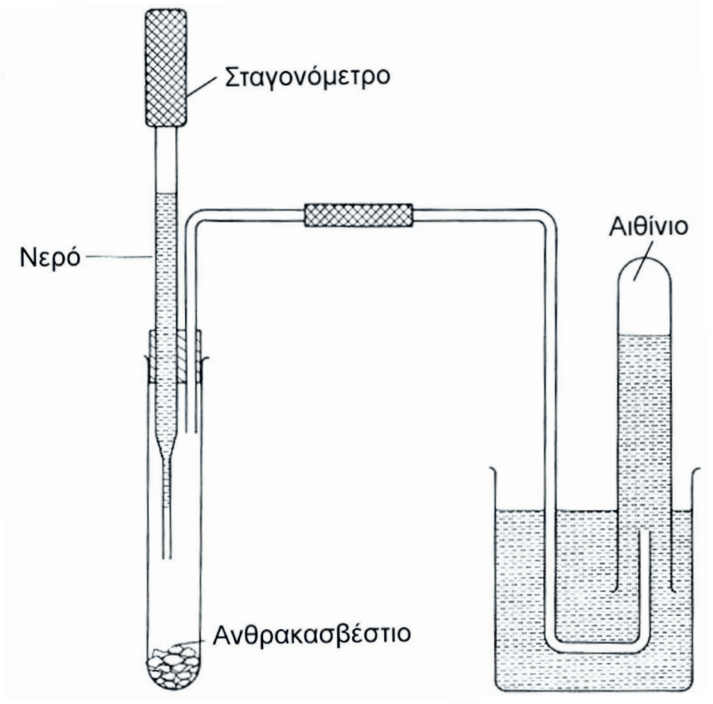
$$2CH_4 \xrightarrow{1200^\circ C/\,\text{ατμός}} HC \equiv CH + 3H_2$$

2. Με υδρόλυση του CaC_2. Παλαιότερα η μέθοδος αυτή είχε βιομηχανικά ενδιαφέρον, σήμερα έχει μόνο εργαστηριακή εφαρμογή.

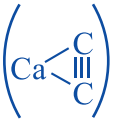
$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + HC \equiv CH$$

3. Με αφυδραλογόνωση 1,2-διχλωροαιθανίου με αλκοολικό διάλυμα NaOH ή KOH.

$$\underset{\underset{Cl}{|}}{CH_2} - \underset{\underset{Cl}{|}}{CH_2} + 2NaOH \xrightarrow[\text{διάλυμα}]{\text{αλκοολικό}} HC \equiv CH + 2NaCl + 2H_2O$$



• Ο συντακτικός τύπος του ανθρακασβεστίου είναι



ΣΧΗΜΑ 1.12
Εργαστηριακή διάταξη για την παρασκευή ακετυλενίου από CaC_2.

Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί γενικότερα για την παρασκευή αλκινίων.

$$C_vH_{2v}Cl_2 + 2NaOH \xrightarrow[\text{διάλυμα}]{\text{αλκοολικό}} C_vH_{2v-2} + 2NaCl + 2H_2O$$

Φυσικές ιδιότητες ακετυλενίου

Οι φυσικές ιδιότητες των αλκινίων μοιάζουν με αυτές των αλκανίων και αλκινίων. Ειδικότερα, το ακετυλένιο είναι αέριο, άχρωμο, άοσμο, ελάχιστα διαλυτό στο νερό.

Χημικές ιδιότητες

Τα αλκίνια γενικώς, όπως τα αλκένια, είναι δραστικές ενώσεις. Οι χαρακτηριστικότερες αντιδράσεις που δίνουν είναι στην ουσία αντιδράσεις του τριπλού δεσμού άνθρακα - άνθρακα:

α. Αντιδράσεις προσθήκης

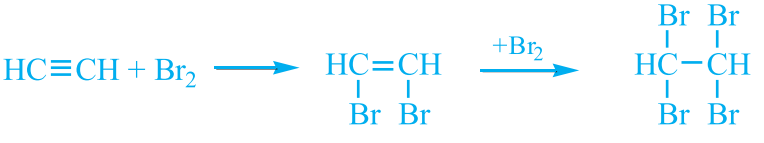
Η προσθήκη γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο ο τριπλός δεσμός μετατρέπεται σε διπλό και στη συνέχεια ο διπλός ανορθώνεται σε απλό.

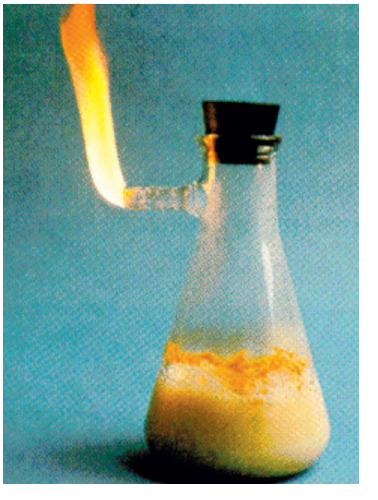
- ***Προσθήκη υδρογόνου***

  Αυτή γίνεται παρουσία καταλύτη Pt, Pd ή Ni.

$$CH \equiv CH + H_2 \xrightarrow{\text{καταλύτης}} CH_2 = CH_2 \xrightarrow{+H_2} CH_3CH_3$$

- ***Προσθήκη αλογόνου (Cl_2, Br_2)***





Προσθήκη νερού σε ανθρακασβέστιο. Το παραγόμενο ακετυλένιο καίγεται με φλόγα εξαιρετική φωτιστική.

- ***Προσθήκη υδραλογόνου***

$$HC \equiv CH + HCl \longrightarrow \underset{\text{βινυλοχλωρίδιο}}{CH_2 = CH - Cl} \xrightarrow{+HCl} \underset{\text{1,1-διχλωροαιθάνιο}}{CH_3CHCl_2}$$

Το ενδιάμεσο προϊόν (βινυλοχλωρίδιο) μπορεί να απομονωθεί και να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή του πολυμερούς PVC.

- ***Προσθήκη HCN***

$$HC \equiv CH + HCN \longrightarrow \underset{\text{ακρυλονιτρίλιο}}{CH_2 = CH - CN}$$

Ο πολυμερισμός του ακρυλονιτριλίου δίνει προϊόν που χρησιμοποιείται ως τεχνητή υφάνσιμη ύλη (Orlon).

- ***Προσθήκη H_2O (ενυδάτωση αλκινίων)***

$$HC{\equiv}CH + HOH \xrightarrow[H_2SO_4]{HgSO_4} \underset{\text{ασταθής βινυλική αλκοόλη}}{[CH_2 = CHOH]} \longrightarrow \underset{\text{ακεταλδεΰδη}}{CH_3CHO}$$

Η βινυλική αλκοόλη που σχηματίζεται αρχικά είναι ασταθής, επειδή στο ίδιο άτομο C υπάρχει και διπλός δεσμός και -OH ομάδα (ενόλη), και μετατρέπεται γρήγορα σε καρβονυλική ένωση.

• Η δεύτερη προσθήκη ακολουθεί τον κανόνα του Markovnikov

β. Καύση

Η τέλεια καύση του $HC{\equiv}CH$ δημιουργεί γαλάζια φλόγα υψηλής θερμοκρασίας (3000 °C), η οποία ονομάζεται **οξυακετυλενική φλόγα** και χρησιμοποιείται για την κόλληση και κόψιμο των μετάλλων.

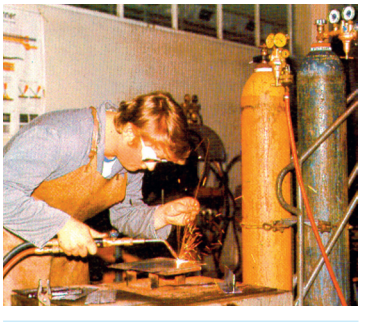
$$HC \equiv CH + \frac{5}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2 + H_2O$$

γ. Πολυμερισμός

Το $HC{\equiv}CH$ μπορεί να πολυμεριστεί σε κατάλληλες συνθήκες σε βενζόλιο (τριμερισμός) ή σε βινυλοακετυλένιο (διμερισμός).

$$3\,HC{\equiv}CH \longrightarrow C_6H_6$$

$$HC \equiv CH + HC \equiv CH \xrightarrow{CuCl,\ NH_4Cl} \underset{\text{βινυλοακετυλένιο}}{CH_2 = CH - C \equiv CH}$$



Η φλόγα από την καύση του ακετυλενίου έχει πολύ υψηλή θερμοκρασία και γι' αυτό χρησιμοποιείται για την κοπή και συγκόλληση των πολύ δύστηκτων μετάλλων.

δ. Αντιδράσεις όξινου υδρογόνου

Τα υδρογόνα του $HC{\equiv}CH$ και γενικότερα τα υδρογόνα που είναι συνδεδεμένα με τον C του τριπλού δεσμού, είναι ευκίνητα (όξινα Η) και εύκολα μπορούν να αντικατασταθούν από άτομα μετάλλων. Τα προϊόντα αυτής της αντικατάστασης ονομάζονται ***ακετυλενίδια.*** Απ' αυτά σημαντικότερο είναι το ανθρακασβέστιο (CaC_2). Άλλα χαρακτηριστικά παραδείγματα ακετυλενιδίων είναι αυτά του Na ή K .

$$HC \equiv CH + Na \longrightarrow \underset{\text{μονονάτριο ακετυλενίδιο}}{HC \equiv CNa} + 1/2\,H_2$$

$$HC \equiv CNa + Na \longrightarrow \underset{\text{δινατριο ακετυλενίδιο}}{NaC \equiv CNa} + 1/2\,H_2$$

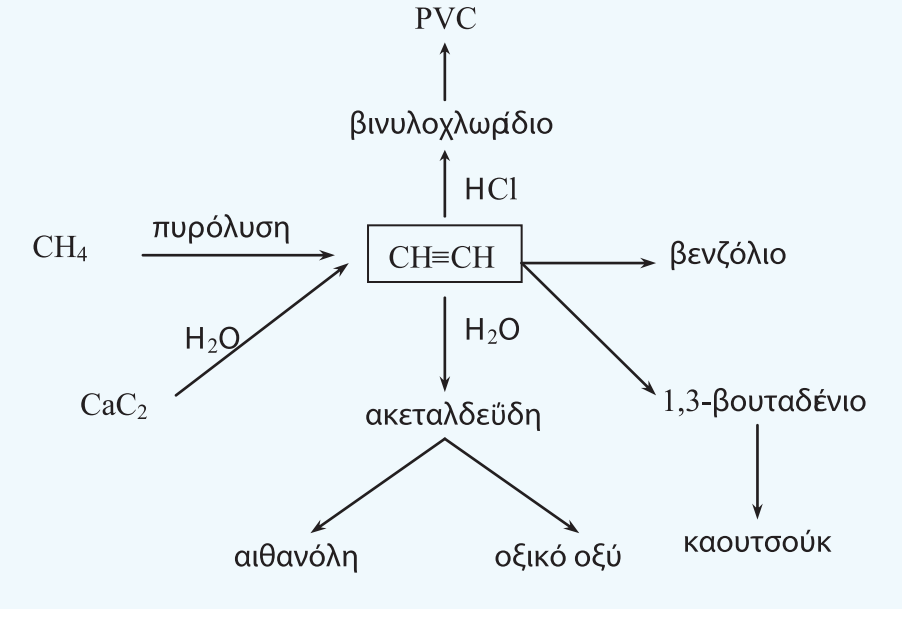
Τέλος, ο σχηματισμός του χαλκοακετυλενιδίου (καστανέρυθρο ίζημα) χρησιμοποιείται για την ανίχνευση του ακετυλενίου ή γενικότερα των αλκινίων με όξινο υδρογόνο.

$$HC \equiv CH + 2CuCl + 2NH_3 \longrightarrow CuC \equiv CCu \downarrow + 2NH_4Cl$$

Χρήσεις

Το ακετυλένιο χρησιμοποιείται στη συγκόλληση των μετάλλων (οξυ-ακετυλενική φλόγα). Παλαιότερα το ακετυλένιο αποτελούσε τη βάση για τη βιομηχανική παρασκευή πολλών οργανικών ενώσεων με μεγάλες πρακτικές εφαρμογές. Μετά το 1970 και μέχρι σήμερα, ο ρόλος του ακετυλενίου έχει περιοριστεί, αφού στις περισσότερες περιπτώσεις έχει αντικατασταθεί από το φτηνότερο αιθυλένιο. Στον επόμενο πίνακα δίνονται διάφορες συνθέσεις με βάση το ακετυλένιο, οι οποίες έχουν σήμερα θεωρητικό χαρακτήρα.

Συνθέσεις ακετυλενίου



Παράδειγμα 1.6

Να παρασκευαστεί αιθανάλη (ακεταλδεΰδη) CH_3CHO με πρώτη ύλη ανθρακασβέστιο.

Απάντηση

Όπως είδαμε από CaC_2 μπορούμε να παρασκευάσουμε ακετυλένιο $HC{\equiv}CH$, το οποίο όταν αντιδράσει με H_2O δίνει ακεταλδεΰδη.

$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + HC \equiv CH$$

$$HC \equiv CH + H_2O \xrightarrow[H_2SO_4]{HgSO_4} CH_3CHO$$

Εφαρμογή

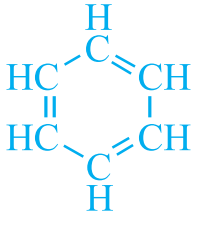
Να παρασκευαστεί πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) με πρώτη ύλη ανθρακασβέστιο.

1.7. Αρωματικές ενώσεις - Βενζόλιο

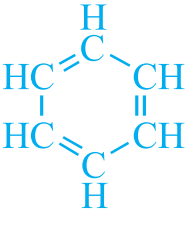
Γενικά - Τύπος του βενζολίου

Στα πρώτα χρόνια της ανάπτυξης της οργανικής χημείας, ο όρος ***αρωματικές ενώσεις*** αφορούσε τις ενώσεις που είχαν ευχάριστη οσμή, όπως η βενζαλδεΰδη (από τα κεράσια, τα ροδάκινα και τα αμύγδαλα). Σήμερα, χρησιμοποιούμε το όρο αρωματικός αναφερόμενοι στο βενζόλιο και στις ενώσεις που περιέχουν ένα τουλάχιστον βενζολικό δακτύλιο. Να επισημάνουμε, ότι οι αρωματικές ενώσεις έχουν χημική συμπεριφορά πολύ διαφορετική από εκείνη των άκυκλων που μελετήσαμε έως τώρα (αρωματικός χαρακτήρας). Όμως, η συσχέτιση του αρωματικού χαρακτήρα με την ευχάριστη οσμή θεωρείται ατυχής.

Το βενζόλιο είναι η απλούστερη αρωματική ένωση και είναι ένας υδρογονάνθρακας με μοριακό τύπο C_6H_6. Επί σαράντα χρόνια, μετά την ανακάλυψη του από το Faraday το 1825, η δομή του μορίου του ήταν ένα μυστήριο, παρ' όλο που ήταν ήδη βιομηχανικό προϊόν με πολλά και χρήσιμα παράγωγα. Το πρόβλημα ήταν ότι ο μοριακός τύπος του βενζολίου ταίριαζε με ακόρεστη ένωση, ενώ η χημική του συμπεριφορά με κορεσμένη (σταθερή ένωση). Τη λύση στη δομή του βενζολίου έδωσε ο Kekule. Σύμφωνα με τη θεωρία του, τα 6 άτομα άνθρακα συνδέονται μεταξύ τους με τρεις διπλούς και τρεις απλούς δεσμούς, που δε μένουν σε σταθερές θέσεις αλλά εναλλάσσονται, σχηματίζοντας έτσι ένα εξαμελή κυκλικό δακτύλιο, σύμφωνα με το σχήμα:



ή

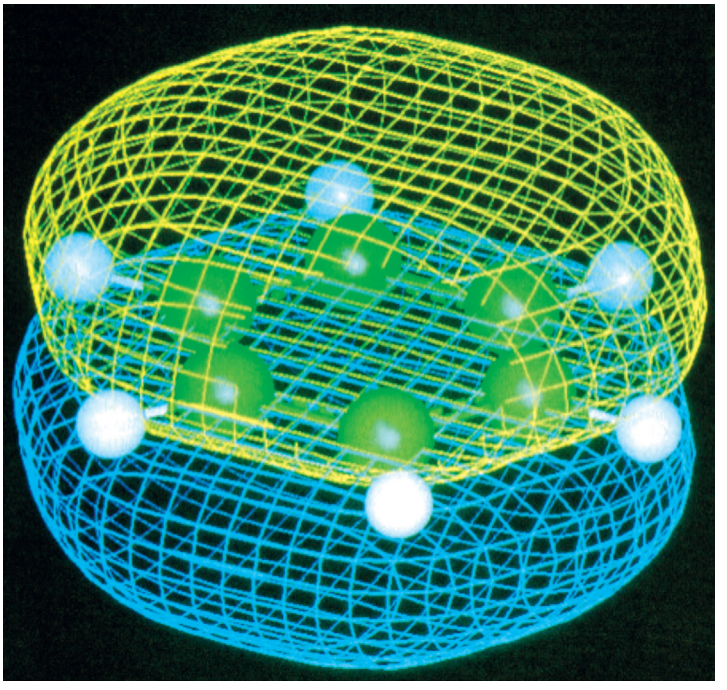


ή

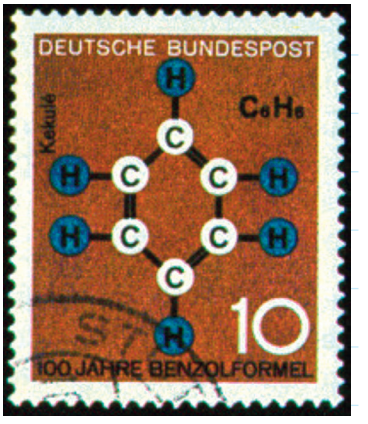
Σήμερα, σύμφωνα με νεώτερες αντιλήψεις, θεωρούμε ότι,

- *τα άτομα του άνθρακα του βενζολίου συνδέονται μεταξύ τους ανά δύο με τον ίδιο τρόπο που δεν είναι ούτε απλός ούτε διπλός δεσμός. Ο δεσμός αυτός είναι δηλαδή ένας ενδιάμεσος δεσμός μεταξύ αυτού του απλού και διπλού δεσμού και γι' αυτό το μόριο του βενζολίου συμβολίζεται:*

F. A. Kekule: 1829 – 1896
Ξεκίνησε τις σπουδές του με αρχιτεκτονική, όταν όμως άκουσε μία διάλεξη του μεγάλου χημικού Liebig μαγεύτηκε. Παρά τις αντιδράσεις του ίδιου του Liebig «αν θέλετε να σπουδάσετε χημεία θα πρέπει να καταστρέψετε την υγεία σας» (υπονοώντας κυρίως την ανάγκη για πολύ σκληρή δουλειά και λιγότερο τις ανθυγιεινές συνθήκες στο εργαστήριο) αποφάσισε να αλλάξει αντικείμενο και να σπουδάσει χημεία. Ο Kekule ανταποκρίθηκε πλήρως στα λόγια του δασκάλου του, αφού για πολλά χρόνια περιόρισε τον ύπνο του σε 3-4 ώρες τη μέρα. Αναμφισβήτητα το όνομα του Kekule έχει συνδεθεί με το βενζόλιο και τη κυκλική δομή που του απέδωσε. Πέρα όμως απ' αυτό πρόσφερε πολλά στην επιστήμη της χημείας, όπως είναι, η διατύπωση της θεωρίας τετρασθένιας του ατόμου του άνθρακα και η ερμηνεία του σχηματισμού ανθρακικών αλυσίδων με απλούς διπλούς ή τριπλούς δεσμούς. Σ' αυτόν επίσης οφείλεται η διάδοση των μοριακών μοντέλων σαν εποπτικό μέσο αναπαράστασης των μορίων (με σφαίρες και συνδέσμους). Τέλος, μνημειώδες ήταν το τρίτομο συγγραφικό του έργο «Εγχειρίδιο Οργανικής Χημείας».



ΣΧΗΜΑ 1.13
Η σύγχρονη άποψη σχετικά με τη δομή του βενζολίου, όπως αυτή απεικονίζεται σε κομπιούτερ. Τα δεσμικά ηλεκτρόνια των ατόμων C (αυτά που σχηματίζουν δεσμούς) δημιουργούν ένα μη εντοπισμένο ηλεκτρονικό νέφος που «δένει» τα άτομα μεταξύ τους.



Η δομή του βενζολίου διερευνήθηκε από το Γερμανό χημικό Kekule το 1865. 25 χρόνια μετά, στο «φεστιβάλ βενζολίου» που διοργάνωσε η Γερμανική Χημική Ένωση ο Kekule σε κατάσταση ευφορίας διηγήθηκε πώς έφτασε στη σύλληψη του τύπου του βενζολίου: «Γύριζα την καρέκλα μου προς το τζάκι και λαγοκοιμήθηκα. Πάλι τα άτομα χοροπηδούσαν μπρος στα μάτια μου. Αυτή τη φορά οι μικρότερες ομάδες παρέμεναν από σεμνότητα στο πίσω μέρος. Μπορούσα τώρα να διακρίνω μεγαλύτερους συντακτικούς τύπους. Οι μακριές αλυσίδες στριφογύριζαν σαν φίδια. Αλλά δες! Τι ήταν αυτό; Ένα από τα φίδια δάγκωσε την ουρά του. Σαν να κτύπησε μία αστραπή! Ξύπνησα. Πέρασα, για μία ακόμα φορά, το υπόλοιπο της νύχτας επεξεργαζόμενος αυτή την εικόνα.»

...άλλη μία εικονική παράσταση του βενζολικού δακτυλίου.

Παρασκευές βενζολίου και αλκυλοβενζολίων

Πρώτα απ' όλα θα πρέπει να τονίσουμε τη μεγάλη οικονομική σημασία που έχει η βιομηχανική παραγωγή του βενζολίου και αλκυλοβενζολίων. Οι ενώσεις αυτές αποτελούν την πρώτη ύλη για τη σύνθεση όλων σχεδόν των αρωματικών ενώσεων, όπως ακριβώς τα αλκάνια (που λαμβάνονται από το πετρέλαιο) που αποτελούν τη βάση για τη σύνθεση των αλειφατικών (άκυκλων) ενώσεων.

Δύο είναι οι κύριες πηγές των απλών αρωματικών υδρογονανθράκων: το κάρβουνο και το πετρέλαιο.

1. Το κάρβουνο (λιθάνθρακες) είναι εξαιρετικά πολύπλοκο μίγμα αποτελούμενο κυρίως από εκτεταμένες αλυσίδες δακτυλίων που μοιάζουν με του βενζολίου. Όταν θερμανθεί στους 1000 °C απουσία αέρα (ξηρά απόσταξη), το κάρβουνο διασπάται σε ένα μίγμα πτητικών προϊόντων που ονομάζεται *λιθανθρακόπισα.* Με κλασματική

• Το βενζόλιο (ή καλύτερα ο βενζολικός δακτύλιος) αποτελεί τη βάση για τη σύνθεση των αρωματικών ενώσεων. Αν θέλει ο χημικός να συνθέσει μία πολύπλοκη αρωματική ένωση είτε στο εργαστήριο είτε στη βιομηχανία, δεν οικοδομεί ένα βενζολικό δακτύλιο, αλλά ξεκινά από μία απλή ένωση που περιέχει ήδη ένα βενζολικό δακτύλιο και την αυξάνει βήμα προς βήμα μέχρι να οικοδομήσει την επιθυμητή ένωση.

απόσταξη της λιθανθρακόπισσας προκύπτει το βενζόλιο, καθώς και πολλοί άλλοι αρωματικοί υδρογονάνθρακες (π.χ. μεθυλοβενζόλιο, διμεθυλοβενζόλιο).

2. Το πετρέλαιο, ως γνωστό, αποτελείται κυρίως από αλκάνια. Κάτω από κατάλληλες συνθήκες θέρμανσης και παρουσία καταλυτών, γίνεται αφυδρογόνωση και κυκλοποίηση των αλκανίων και μετατροπή τους σε αρωματικούς υδρογονάνθρακες π.χ. το εξάνιο μετατρέπεται σε βενζόλιο.

$$C_6H_{14} \xrightarrow[\text{καταλύτες}]{\text{θέρμανση}} C_6H_6 + 4H_2$$

Σήμερα οι μεγαλύτερες ποσότητες βενζολίου παρασκευάζονται στη βιομηχανία από το πετρέλαιο με πυρόλυση.

Φυσικές ιδιότητες

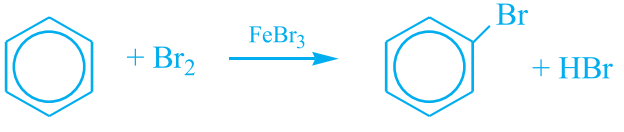
Το βενζόλιο είναι άχρωμο υγρό με χαρακτηριστική οσμή βενζίνης, αδιάλυτο στο νερό, αλλά διαλυτό σε οργανικούς διαλύτες. Το ίδιο είναι άριστος διαλύτης πολλών ουσιών. Είναι ισχυρά τοξική ουσία. Περιέχεται στα καυσαέρια οχημάτων που χρησιμοποιούν ως καύσιμο αμόλυβδη βενζίνη.

Χημικές ιδιότητες

Η δομή που έδωσε ο Kekule για το βενζόλιο προσέκρουε στη ερμηνεία τη χημικής του συμπεριφοράς των αρωματικών ενώσεων ***(αρωματικός χαρακτήρας)***, καθώς ο βενζολικός δακτύλιος παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά:

- *έχει ελάχιστη δραστικότητα, μεγάλη δηλαδή σταθερότητα (σε αντίθεση με τα αλκένια)*
- *δίνει δύσκολα αντιδράσεις προσθήκης (σε αντίθεση με τα αλκένια)*
- *δίνει εύκολα αντιδράσεις υποκατάστασης (με αλογόνο, αλκύλια κλπ.)*

π.χ.

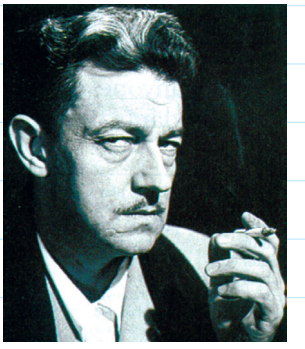


βρωμοβενζόλιο

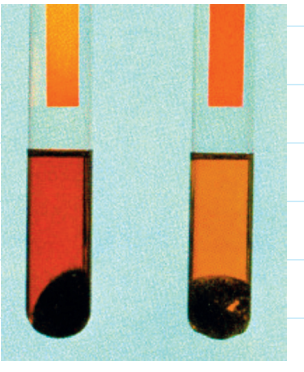
Με βάση τις ιδιότητες αυτές του βενζολικού δακτυλίου διαφοροποιούνται οι αρωματικές ενώσεις από τις υπόλοιπες οργανικές ενώσεις.

Χρήσεις

Το βενζόλιο χρησιμοποιείται ως διαλύτης ή ως πρώτη ύλη για την παρασκευή αρωματικών ενώσεων που χρησιμοποιούνται στα χρώματα, φάρμακα, πλαστικά κλπ.

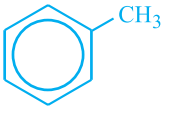


Ο καπνός του τσιγάρου περιέχει πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, ενώσεις καρκινογόνες, οι οποίες αντιδρούν με το κυτταρικό DNA.

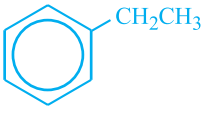


Το βενζόλιο αντιδρά με το Br_2 και αρχίζει να το αποχρωματίζει. Το HBr που ελευθερώνεται χρωματίζει κόκκινο το δείκτη χάρτου.

Η ρίζα C_6H_5- φαινύλιο



μεθυλοβενζόλιο ή τολουόλιο



αιθυλοβενζόλιο

1.8. Ατμοσφαιρική ρύπανση - Φαινόμενο θερμοκηπίου - Τρύπα όζοντος

Φωτοχημική ρύπανση

Ο αέρας αποτελείται κυρίως από άζωτο (78% v/v), οξυγόνο (21% v/v), διοξείδιο του άνθρακα (0,03% v/v) και ευγενή αέρια (0,9% v/v). Ατμοσφαιρική ρύπανση είναι η αλλοίωση της παραπάνω σύστασης (ποιοτικής και ποσοτικής), που μπορεί να έχει βλαβερές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς, καθώς και στο υλικό και πολιτισμικό περιβάλλον.

Τα υγρά και στερεά καύσιμα, καθώς καίγονται, επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα με πολλούς ρυπαντές, όπως τα ***αιωρούμενα σωματίδια***, το μονοξείδιο του αζώτου (**NO**), το διοξείδιο του θείου (**SO_2**), το μονοξείδιο του άνθρακα (**CO**), ***άκαυστοι υδρογονάνθρακες*** και άλλους. Οι ενώσεις αυτές, που χαρακτηρίζονται ***πρωτογενείς ρυπαντές***, υπό την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας, σχηματίζουν άλλους ρυπαντές, τους ***δευτερογενείς***, όπως είναι το όζον (**O_3**), διάφορες ***αλδεΰδες***, τα πολύπλοκα ***PAN's*** (νιτρικά υπεροξυακετύλια) κλπ.

Εντυπωσιακή αλλαγή στο τοπίο του Λος Άντζελες μετά τη λήψη δραστικών μέτρων κατά της φωτοχημικής ρύπανσης.

Στις σύγχρονες μεγαλουπόλεις τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αύξηση των λεγόμενων φωτοχημικών ρύπων, όπως είναι οι υδρογονάνθρακες, τα οξείδια του αζώτου και το «τροποσφαιρικό» (ή «κακό» όζον). Η φωτοχημική ρύπανση προέρχεται κυρίως από τα καυσαέρια των εξατμίσεων των αυτοκινήτων.

Τα οξείδια του αζώτου είναι βασικά συστατικά της φωτοχημικής ρύπανσης. Απ' αυτά, το διοξείδιο του αζώτου πρωτογενώς προσβάλλει τα μάτια και προκαλεί αναπνευστικές επιπλοκές. Επίσης διασπάται με την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας:

$$NO_2 \xrightarrow{\text{ηλιακό φώς}} NO + O$$

Τα άτομα οξυγόνου, με την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας, αντιδρούν με το αέριο οξυγόνο της ατμόσφαιρας και σχηματίζουν το όζον.

$$O + O_2 \xrightarrow{\text{ηλιακό φώς}} O_3$$

Το όζον αποτελεί φωτοχημικό ρύπο και συγκεντρώνεται στην ατμόσφαιρα μέχρι το ύψος των 10 km περίπου (τροπόσφαιρα), ενώ στην παραγωγή του συμβάλλουν οι μεγάλες συγκεντρώσεις οξειδίου του αζώτου, οργανικών πτητικών ενώσεων, καθώς επίσης η υψηλή ηλιοφάνεια και η θερμοκρασία. Το όζον της τροπόσφαιρας είναι το κυ-

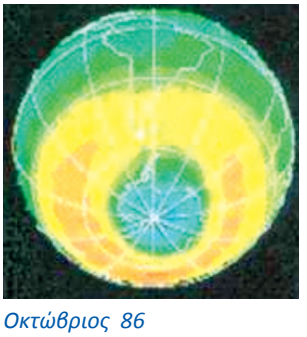
ριότερο συστατικό της φωτοχημικής ρύπανσης. Προκαλεί ισχυρούς ερεθισμούς σε ζωτικά όργανα του ανθρώπινου σώματος, όπως είναι το αναπνευστικό σύστημα. Ακόμα προκαλεί έντονο ερεθισμό στα μάτια. Μαζί με το όζον σχηματίζονται τα τοξικά PAN's.

Στη λεκάνη της Μεσογείου το πρόβλημα της φωτοχημικής ρύπανσης είναι πολύ πιο σοβαρό από ότι στην υπόλοιπη Ευρώπη, κυρίως λόγω της έντονης ηλιοφάνειας. Ειδικά η Αθήνα θεωρείται μαζί με το Λος Άντζελες «πόλη-μοντέλο» φωτοχημικής ρύπανσης, στην οποία συμβάλλουν πολλοί λόγοι, όπως είναι ο υπερπληθυσμός και το κυκλοφοριακό.

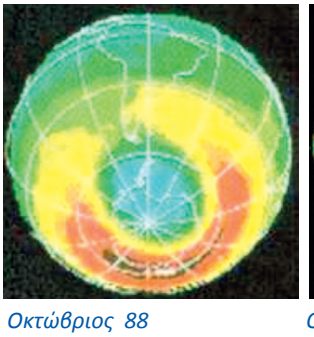
Όζον - Τρύπα Όζοντος

Το όζον (O_3) αποτελεί ένα από τα συστατικά της γήινης ατμόσφαιρας και, παρόλο που συνιστά μικρό μόνο ποσοστό των συστατικών της, αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για την ύπαρξη της ζωής πάνω στον πλανήτη.

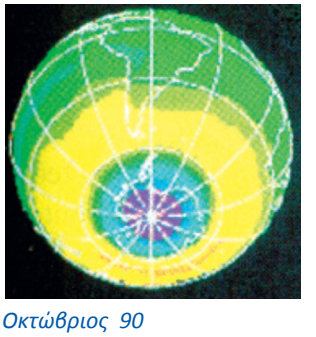
Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις όζοντος στον αέρα παρατηρούνται στη ***στρατόσφαιρα σε ύψος 20-25 km*** (1 :100.000). Αυτό μας προστατεύει από τις επικίνδυνες υπεριώδεις ακτινοβολίες (UV) και ιδιαίτερα από τις υπεριώδεις B (UV-B). Οι ακτινοβολίες αυτές μπορούν να προκαλέσουν καρκίνους του δέρματος, βλάβες στους οφθαλμούς, σημαντικά προβλήματα στο ανοσοποιητικό σύστημα ή ακόμα να προκαλέσουν σημαντικές ζημιές στα οικοσυστήματα και στη γεωργία.



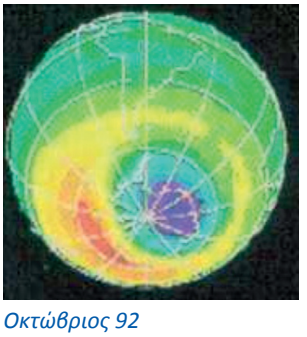
Οκτώβριος 86



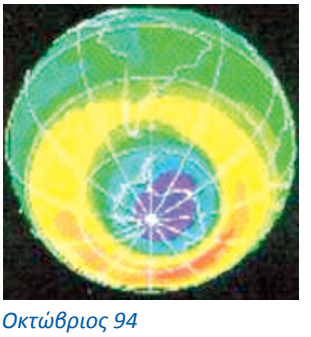
Οκτώβριος 88



Οκτώβριος 90



Οκτώβριος 92



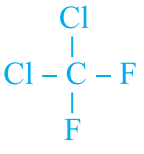
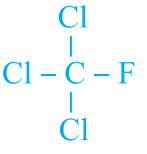
Οκτώβριος 94

Η εξέλιξη του φαινομένου της τρύπας όζοντος (μοβ χρώμα) στο νότιο πόλο, όπως καταγράφτηκε από δορυφόρο, (αρχεία NASA).

Το όζον (O_3) στην ατμόσφαιρα διασπάται, όταν απορροφήσει υπεριώδη ακτινοβολία. Αυτή η φυσική διαδικασία διαταράσσεται από την παρουσία ρύπων. Το χλώριο (Cl) και το βρώμιο (Br) για παράδειγμα, επιταχύνουν τη διάσπαση των μορίων του όζοντος, καταστρέφοντας έτσι τη στιβάδα του όζοντος, στην περιοχή της στρατόσφαιρας.

Οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) είναι μία ομάδα οργανικών ενώσεων, οι οποίες ευθύνονται κατά πολύ για την εμφάνιση της τρύπας του όζοντος. Οι CFCs αποτελούνται από άτομα χλωρίου, φθορίου και άνθρακα, είναι μη τοξικοί, δεν αντιδρούν με το νερό, δεν είναι εύφλεκτοι και γενικά είναι χημικά αδρανείς. Χρησιμοποιούνται για την κατασκευή μίας σειράς βιομηχανικών προϊόντων, όπως είναι τα αεροζόλ, τα διογκωτικά για πολυουρεθάνες και άλλα πλαστικά. Χρησιμοποιούνται επίσης σε συστήματα ψύξης και κλιματισμού και ως διαλύτες στη βιομηχανία και το χημικό καθαρισμό. Οι CFCs έχουν μεγάλο χρόνο ζωής (55-140 χρόνια) και έχουν χαμηλό κόστος παραγωγής.

• Δεν πρέπει να συγχέουμε το στρώμα του όζοντος, που βρίσκεται στη στρατόσφαιρα σε απόσταση 25-30 km από την επιφάνεια της Γης και το οποίο είναι ευεργετικό, με το όζον της τροπόσφαιρας που βρίσκεται σε ύψος 0-10 km από την επιφάνεια της Γης. Το τελευταίο είναι ρυπαντής και προκαλεί βλάβες στον ανθρώπινο οργανισμό. Επειδή οι δύο αυτές ποσότητες του όζοντος δεν επικοινωνούν, μπορούμε να πούμε ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν ως συνέπεια να ελαττώνεται το ωφέλιμο όζον της στρατόσφαιρας (τρύπα όζοντος) και να αυξάνεται το επιβλαβές όζον της τροπόσφαιρας (φωτοχημική ρύπανση).

Δύο σημαντικοί χλωροφθοράνθρακες	
CFC-12	CFC-11
Freon 12	Freon 11
CF_2Cl_2	$CFCl_3$
 διχλωροδιφθορομεθάνιο	 τριχλωροφθορομεθάνιο

Οι αέριοι CFCs στα ανώτερα στρώματα (στρατόσφαιρα) διασπώνται με την υπεριώδη ακτινοβολία και δίνουν ρίζες χλωρίου (Cl•).

$$CCl_2F_2 \xrightarrow{UV} -CClF_2 + Cl\bullet$$

Οι ρίζες χλωρίου, που σχηματίζονται, αντιδρούν με το όζον (O_3) στη στρατόσφαιρα και σχηματίζουν οξυγόνο (O_2) και ρίζες (ClO•). Στη συνέχεια οι ρίζες ClO αντιδρούν με ρίζες (O•) που βρίσκονται σ' αυτή την περιοχή και σχηματίζουν μοριακό οξυγόνο (O_2) και ρίζες χλωρίου. Όταν απελευθερωθεί μία μοναδική ρίζα χλωρίου (Cl•), καταστρέφει

$$Cl\bullet + O_3 \longrightarrow O_2 + ClO\bullet$$

$$ClO\bullet + O\bullet \longrightarrow Cl\bullet + O_2$$

1.000.000 περίπου μόρια όζοντος, πριν κατακαθίσει στην επιφάνεια της Γης, ύστερα από χρόνια. Έτσι το ατμοσφαιρικό όζον ελαττώνεται με ταχύ ρυθμό και στη θέση απομένει μία «τρύπα», απ' όπου η επι-

κίνδυνη υπεριώδης ακτινοβολία διέρχεται ανενόχλητη και φθάνει ως την επιφάνεια της Γης. Η στιβάδα του όζοντος μειώθηκε κατά 6-7% την τελευταία δεκαετία και προβλέπεται να μειωθεί κατά 10% έως το 2000. Ακόμα κι αν εφαρμοστούν από σήμερα οι διεθνείς συνθήκες για την προστασία του όζοντος, θα χρειαστούν τουλάχιστον 70 χρόνια, για να ανακοπεί η μείωσή του. Η διαδικασία αντικατάστασης των ουσιών που καταστρέφουν το όζον, με περισσότερο φιλικές προς το περιβάλλον ουσίες π.χ HFCs (υδροφθοράνθρακες) γίνεται με πολύ αργούς ρυθμούς, και δεν προβλέπεται να ολοκληρωθεί νωρίτερα από το 2030.

Τα σημαντικότερα αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Αέριο	*Συμμετοχή στο φαινόμενο*
CO_2	*50%*
CH_4	*18%*
CFCs	*14-16%*
NO_x	*8%*
O_3	*12%*

Φαινόμενο Θερμοκηπίου

Τα αέρια που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα, όπως οι υδρατμοί, το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, το οξείδιο του αζώτου, οι χλωροφθοράνθρακες, είναι διαφανή στην προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, που τα διαπερνά. Απορροφούν όμως μέρος της ανακλούμενης ακτινοβολίας από τη Γη και την επιστρέφουν, θερμαίνοντας έτσι το σύστημα Γη - κατώτερη ατμόσφαιρα. Αν δεν υπήρχε αυτό το προστατευτικό κάλυμμα των αερίων της ατμόσφαιρας, που λειτουργεί όπως η κάλυψη από γυαλί του θερμοκηπίου, η ανακλούμενη από τη Γη ακτινοβολία θα διέφευγε στο διάστημα και η μέση επιφανειακή θερμοκρασία του πλανήτη μας θα ήταν αρκετές δεκάδες βαθμοί χαμηλότερη.

Οι τεράστιες ποσότητες CO_2 που παράγονται συνεχώς από τις διάφορες καύσεις, δυστυχώς δεν ισοσταθμίζονται από τη φωτοσύνθεση (μετατροπή CO_2 σε O_2) κυρίως λόγω των μεγάλων καταστροφών στα δάση. Το CO_2 που δημιουργείται εμποδίζει την μεταφορά θερμότητας από τα κατώτερα στα ανώτερα στρώματα (θερμοκήπιο). Έτσι, υπολογίζεται ότι η μέση θερμοκρασία της Γης θα ανέβει τα επόμενα 100 χρόνια 2 - 6 °C. Τεράστιες μάζες πάγου θα λιώσουν στους πόλους, επιφέροντας άνοδο στη στάθμη της θάλασσας με συνέπεια μεγάλες εκτάσεις της Γης να καλυφθούν με νερά (πλημμύρες). Πόσο αληθινά είναι τα σενάρια αυτά κανείς δεν μπορεί να είναι σίγουρος για πολλούς λόγους. Ο κυριότερος είναι ότι οι υπολογισμοί γίνονται με προσεγγίσεις με μεγάλα περιθώρια λάθους.

Βλέπουμε δηλαδή, ότι το αποτέλεσμα αυτής της δράσης κάτω από αυτές τις συνθήκες και χωρίς την έκλυση των αερίων ανθρώπινης προέλευσης είναι πολύ ευεργετικό. Σήμερα, όμως, με την αύξηση των συγκεντρώσεων διαφόρων «θερμοκηπικών» αερίων στην ατμόσφαιρα, το φαινόμενο του θερμοκηπίου έχει ενισχυθεί και δημιουργεί πολλά προβλήματα. Τα κυριότερα ανθρωπογενούς προέλευσης αέρια που συμμετέχουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι:

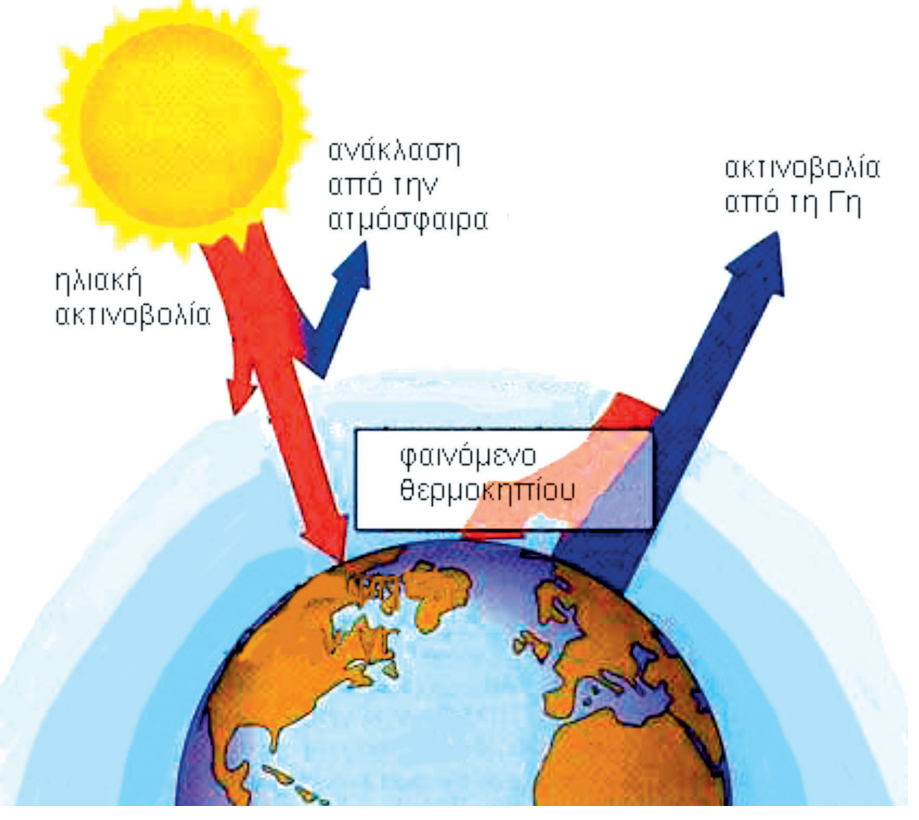
Το διοξείδιο του άνθρακα. Θεωρείται υπεύθυνο για το 50% της υπερθέρμανσης της ατμόσφαιρας. Σε λιγότερο από 2 αιώνες οι άνθρωποι αύξησαν κατά 25% τη συνολική ποσότητα CO_2 της ατμόσφαιρας με τη χρήση των φυσικών καυσίμων (γαιάνθρακες, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) και με την καταστροφή των δασών. Υπολογίζεται ότι κάθε χρόνο οι άνθρωποι επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα με 6 δισεκατομμύρια τόνους CO_2.

Το μεθάνιο ευθύνεται για το 18% της υπερθέρμανσης της ατμόσφαιρας. Έχει βρεθεί ότι 1 kg CH_4 απορροφά 70 φορές περισσότερη ενέργεια από 1 kg CO_2.

Οι χλωροφθοράνθρακες συμβάλλουν κατά 14-16%, ***τα οξείδια του αζώτου*** κατά 8% και ***το όζον*** κατά 12%.

Οι συνέπειες της υπερθέρμανσης της Γης δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένες σε όλα τα γεωγραφικά μήκη και πλάτη. Πρόσφατες έρευνες σε Αμερική και Ευρώπη δείχνουν ότι κάτω από τις συνθήκες

αυτές προβληματικά κλιματολογικά φαινόμενα, όπως οι ξηρασίες, οι πλημμύρες, το El Nino και άλλα, αναμένεται να εμφανίζονται πιο συχνά. Οι σίγουρες συνέπειες της παγκόσμιας υπερθέρμανσης είναι: 1) η μείωση στα αποθέματα του νερού. 2) Οι απότομες μεταβολές στη θερμοκρασία του αέρα. 3) Οι υψηλές θερμοκρασίες στη θερινή περίοδο. 4) Η είσοδος των θαλάσσιων υδάτων στον παράκτιο υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα και η υποβάθμισή του. 5) Οι σημαντικές μετακινήσεις πληθυσμού και αγαθών.



ΣΧΗΜΑ 1.14
Σχηματική παρουσίαση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

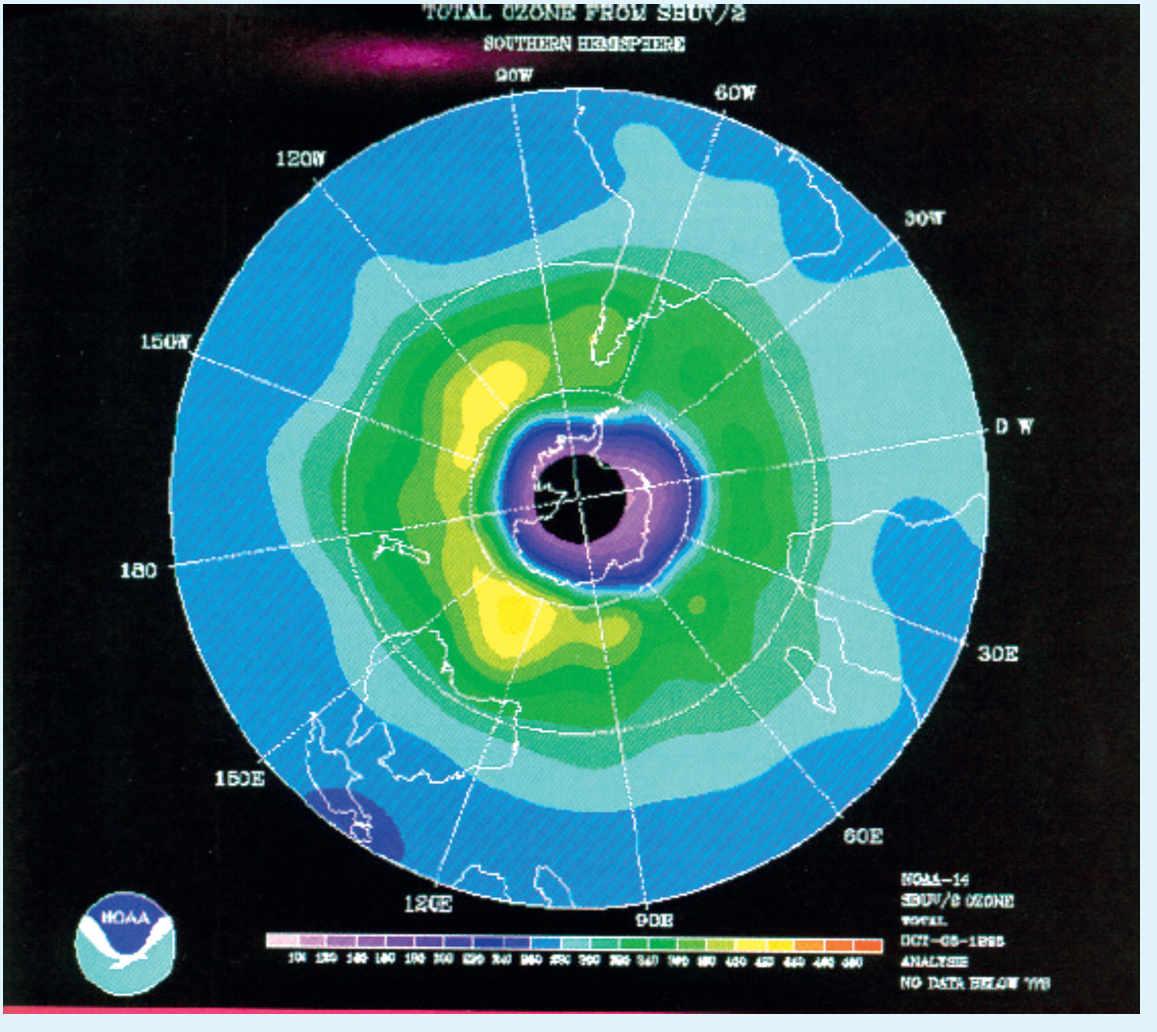
Γνωρίζεις ότι...

Ένα ψυγείο χωρίς CFCs από την Greenpeace

Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια να αντικατασταθούν οι αδρανείς χλωροφθοράνθρακες από άλλες ουσίες δραστικότερες, που δεν παραμένουν αμετάβλητες στην ατμόσφαιρα για πολύ καιρό και δεν προκαλούν μείωση του όζοντος της στρατόσφαιρας. Τέτοιες ουσίες είναι οι υδροφθοράνθρακες και οι υδρογονάνθρακες, που χρησιμοποιήθηκαν στο πειραματικό ψυγείο που κατασκευάστηκε από την Greenpeace.

Το Βρετανικό Γραφείο της Greenpeace, σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Περιβαλλοντικής Μηχανικής του South Bank Polytechnic, κατασκεύασε ένα οικιακό ψυγείο χωρίς CFCs. Συγκεκριμένα, το ψυκτικό αέριο CFC-12 αντικαταστάθηκε από προπάνιο, ενώ και το διογκωμένο CFC-11 μονωτικό, που χρησιμοποιείται συνήθως, αντικαταστάθηκε από μονωτικό διογκωμένο με διοξείδιο του άνθρακα.

Το Βρετανικό Ινστιτούτο Ψύξης θεωρεί πως η χρήση προπανίου και μονωτικού διογκωμένου με διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί μία ρεαλιστική άμεση λύση στα προβλήματα της χρήσης των CFCs. Το νέο ψυγείο χρησιμοποιεί μόλις 20 g ενός μίγματος βουτανίου προπανίου σε ίσες αναλογίες, όση είναι δηλαδή η ποσότητα υγραερίου που περιέχεται σε 3 αναπτήρες. Εξάλλου, η ενεργειακή του κατανάλωση είναι χαμηλότερη από αυτή των αντίστοιχων συμβατικών ψυγείων.



ΣΧΗΜΑ 1.15

Η τρύπα του όζοντος, όπως καταγράφτηκε από τη NASA τον Οκτώβριο του 1995, καλύπτει στο νότιο πόλο μία περιοχή, όσο περίπου είναι η έκταση της νοτίου Αμερικής (κόκκινο-βιολετί χρώμα).

Ανακεφαλαίωση

1. Καύση μίας ανόργανης ή οργανικής ουσίας είναι η αντίδρασή της με οξυγόνο (ή αέρα), όταν συνοδεύεται από παραγωγή φωτός και θερμότητας.
2. Τα καύσιμα είναι υλικά που, όταν καίγονται, αποδίδουν σημαντικά και εκμεταλλεύσιμα ποσά ενέργειας.
3. Η καύση είναι αντίδραση εξώθερμη.
4. Το πετρέλαιο είναι μίγμα υγρών υδρογονανθράκων στους οποίους είναι διαλυμένοι αέριοι και στερεοί υδρογονάνθρακες.
5. Η κατεργασία μετατροπής του αργού πετρελαίου σε εμπορεύσιμα προϊόντα ονομάζεται διύλιση.
6. Η βενζίνη είναι μίγμα υδρογονανθράκων με 5 εώς 12 άτομα άνθρακα στο μόριό τους.
7. Η ποιότητα της βενζίνης καθορίζεται από ένα δείκτη που ονομάζεται αριθμός οκτανίου.
8. Νάφθα είναι το κλάσμα της απόσταξης του αργού πετρελαίου που αποτελείται κυρίως από αλκάνια με 5 έως 9 άτομα άνθρακα στο μόριό τους.
9. Πετροχημεία είναι ο κλάδος της βιομηχανικής χημείας που περιλαμβάνει το σύνολο των μεθόδων παραγωγής χημικών προϊόντων με πρώτη ύλη το πετρέλαιο.
10. Το φυσικό αέριο είναι μίγμα υδρογονανθράκων που συνυπάρχει με το πετρέλαιο και έχει ως κύριο συστατικό του το μεθάνιο (CH_4).
11. Τα αλκάνια βρίσκονται άφθονα στο φυσικό αέριο και στο πετρέλαιο. Το μεθάνιο αποτελεί επίσης το κύριο συστατικό του βιοαερίου.
12. Το CH_4 και όλα τα αλκάνια είναι ενώσεις αδρανείς. Σε κατάλληλες συνθήκες δίνουν λίγες αντιδράσεις, όπως είναι η καύση, η πυρόλυση και η υποκατάσταση.
13. Ο καταλύτης στα αυτοκίνητα μετατρέπει μερικά επικίνδυνα συστατικά των καυσαερίων σε λιγότερο βλαβερά και σε ακίνδυνα αέρια.
14. Τα αλκένια λόγω δραστικότητας δεν είναι διαδεδομένα στη φύση, παρασκευάζονται στη βιομηχανία με πυρόλυση των αλκανίων και στο εργαστήριο με αφυδάτωση αλκοολών ή αφυδραλογόνωση αλκυλαλογονιδίων.
15. Τα αλκένια είναι ενώσεις πολύ πιο δραστικές από τα αλκάνια, λόγω της μεγάλης ενέργειας του διπλού δεσμού. Οι χαρακτηριστικές τους αντιδράσεις είναι η προσθήκη, ο πολυμερισμός και η καύση.
16. Τα αλκίνια λόγω δραστικότητας δε βρίσκονται στη φύση. Το πιο ενδιαφέρον μέλος της σειράς είναι το ακετυλένιο.
17. Το ακετυλένιο βιομηχανικά παρασκευάζεται με πυρόλυση του μεθανίου, που αποτελεί συστατικό του φυσικού αερίου.

18. Τα αλκίνια είναι ενώσεις δραστικές εξαιτίας του τριπλού δεσμού. Οι χαρακτηριστικές τους αντιδράσεις είναι η προσθήκη, η καύση, ο πολυμερισμός και οι αντιδράσεις του όξινου υδρογόνου.

19. Το βενζόλιο είναι ο κύριος εκπρόσωπος των αρωματικών υδρογονανθράκων. Στο βενζολικό δακτύλιο τα άτομα του άνθρακα του βενζολίου συνδέονται μεταξύ τους με δεσμό ενδιάμεσο του απλού και διπλού δεσμού.

20. Δύο είναι οι πηγές από όπου προέρχονται οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες (π.χ. το βενζόλιο): το κάρβουνο (λιθάνθρακες) και το πετρέλαιο.

21. Το σύνολο των ιδιοτήτων του βενζολίου και των παραγώγων του ονομάζεται αρωματικός χαρακτήρας. Το βενζόλιο είναι ελάχιστα δραστικό, δίνει εύκολα αντιδράσεις υποκατάστασης και πολύ δύσκολα αντιδράσεις προσθήκης.

22. Οι ρυπαντές που προέρχονται από την καύση των υγρών και στερεών καυσίμων π.χ. NO, SO_2, CO και άκαυστοι υδρογονάνθρακες (πρωτογενείς ρυπαντές) με την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας σχηματίζουν δευτερογενείς ρυπαντές, όπως π.χ. όζον, αλδεΰδες και PAN. Έτσι, προκαλείται φωτοχημική ρύπανση.

23. Η ταχεία ελάττωση του ατμοσφαιρικού όζοντος, με κύρια αιτία τους χλωροφθοράνθρακες (CFCs), διευκολύνει τη διέλευση της επικίνδυνης υπεριώδους ακτινοβολίας προς την επιφάνεια της γης. Το φαινόμενο είναι γνωστό ως τρύπα του όζοντος.

24. Τα κυριότερα ανθρωπογενούς προέλευσης αέρια που συμμετέχουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο και οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs).

Λέξεις- κλειδιά

- *καύση*
- *καύσιμο*
- *πετρέλαιο*
- *διύλιση*
- *κλασματική απόσταξη*
- *πετροχημεία*
- *βενζίνη*
- *αριθμός οκτανίου*
- *νάφθα*
- *φυσικό αέριο*
- *βιοαέριο*
- *αλκάνια*
- *μεθάνιο*
- *καταλυτικός μετατροπέας*
- *αλκένια*
- *αιθυλένιο*
- *αλκίνια*
- *ακετυλένιο*
- *προσθήκη*
- *πολυμερισμός*
- *υποκατάσταση*
- *αρωματικές ενώσεις*
- *βενζόλιο*
- *αρωματικός χαρακτήρας*
- *ατμοσφαιρική ρύπανση*
- *φαινόμενο θερμοκηπίου*
- *τρύπα του όζοντος*

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Ερωτήσεις επανάληψης

1. Να δώσετε τους ορισμούς: α) καύση, β) καύσιμο, γ) φυσικό καύσιμο, δ) τεχνητό καύσιμο.

2. Ποιες είναι οι κυριότερες πηγές καυσίμων στη φύση;

3. Περιγράψτε τη θεωρία που θεωρείται επικρατέστερη σήμερα για το σχηματισμό του πετρελαίου.

4. α) Τι είναι η νάφθα; β) Τι είναι ο αριθμός οκτανίου; γ) Τι είναι το φυσικό αέριο και ποιο το κύριο συστατικό του; δ) Να αναφέρετε δύο βασικά πλεονεκτήματα του φυσικού αερίου ως καυσίμου.

5. Τι είναι το βιοαέριο και τι είναι η βιομάζα;

6. Ποιοι είναι οι γενικοί τύποι των: α) αλκανίων, β) αλκενίων, γ) αλκινίων. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος του 1ου μέλους κάθε μίας ομόλογης σειράς από τους παραπάνω υδρογονάνθρακες;

7. Ποια είναι η προέλευση των κορεσμένων υδρογονανθράκων;

8. Να αναφέρετε μερικές φυσικές ιδιότητες των αλκανίων.

9. Τι γνωρίζετε για την πυρόλυση των αλκανίων; Ποια είναι η βιομηχανική της σημασία;

10. Να αναφέρετε μερικές φυσικές ιδιότητες των αλκενίων.

11. Να διατυπώσετε τον κανόνα του Markovnikov και να δώσετε ένα παράδειγμα εφαρμογής του.

12. Τι είναι ο πολυμερισμός; Τι είναι το πολυμερές;

13. Ποιο είναι το γενικό σχήμα των αντιδράσεων πολυμερισμού των αλκενίων; Να δώσετε σχετικά παραδείγματα.

14. Ποιες είναι οι κυριότερες βιομηχανικές χρήσεις του αιθυλενίου;

15. Πώς καίγεται το ακετυλένιο και ποια είναι τα αποτελέσματα της καύσης του;

16. Να γράψετε μερικές αντιδράσεις που να αποδεικνύουν τον όξινο χαρακτήρα του H του ακετυλενίου.

17. Τι είναι το βενζόλιο; Τι ονομάζουμε σήμερα αρωματικές ενώσεις;

18. Να αναφέρετε μερικές ανανεώσιμες μορφές ενέργειας και να εξηγήσετε τα οφέλη που θα προκύψουν από τη χρήση τους.

19. Ποια από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων είναι ακίνδυνα και ποια είναι τοξικά;

20. Από τι αποτελείται ο καταλύτης ενός αυτοκινήτου και ποιος είναι ο ρόλος του;

Ασκήσεις – Προβλήματα

α. Πετρέλαιο -Βενζίνη

21. Να χαρακτηρίσετε με Σ τις προτάσεις που είναι σωστές και με Λ τις προτάσεις που είναι λανθασμένες.

α. Η καύση είναι εξώθερμη αντίδραση.

β. Η βενζίνη λαμβάνεται μόνο από την κλασματική απόσταξη του αργού πετρελαίου.

γ. Η νάφθα με πυρόλυση δίνει αέριο νάφθας, βενζίνη και μίγμα κατώτερων υδρογονανθράκων.

***22.** Να χαρακτηρίσετε με Σ τις προτάσεις που είναι σωστές και με Λ τις προτάσεις που είναι λάνθασμένες.

α. Στα αυτοκίνητα με καταλύτη επιβάλλεται η χρήση αμόλυβδης βενζίνης.

β. Το αργό πετρέλαιο μετατρέπεται σε εμπορεύσιμα καύσιμα με τη διύλιση.

γ. Το πετρέλαιο αποτελείται μόνο από υγρούς υδρογονάνθρακες.

δ. Τα προϊόντα της κλασματικής απόσταξης του πετρελαίου ονομάζονται πετροχημικά.

Να εξηγήσετε την απάντησή σας μόνο στην πρόταση α.

β. Αλκάνια - Αλκένια - Αλκίνια - Αρωματικές ενώσεις - Βενζόλιο

23. Να γράψετε μερικές χημικές αντιδράσεις με τις οποίες παράγονται αλκάνια σε καθαρή κατάσταση.

24. Τι γνωρίζετε για την καύση των αλκανίων;

25. Τι είναι η πυρόλυση των αλκανίων; Γράψτε μία χημική αντίδραση πυρόλυσης αλκανίου. Τι είναι η ισομερίωση;

26. Να γράψετε τις χημικές αντιδράσεις του μεθανίου με χλώριο: α) σε διάχυτο φως, β) με άμεσο ηλιακό φως.

27. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις παρασκευής ενός αλκενίου με πρώτη ύλη: α) ένα αλκυλαλογονίδιο, β) μία αλκοόλη.

28. Να δώσετε από δύο παραδείγματα χημικών αντιδράσεων: α) προσθήκης, β) πολυμερισμού, γ) όξινου υδρογόνου στο ακετυλένιο, αναφέροντας και τις κατάλληλες συνθήκες κάτω από τις οποίες αυτές πραγματοποιούνται.

29. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων πολυμερισμού των ουσιών με τους παρακάτω χημικούς τύπους.

α) $CH_2{=}\underset{\underset{A}{|}}{C}H$

β) $CH_2{=}\underset{\underset{A}{|}}{C}{-}CH{=}CH_2$

30. Να αντιστοιχίσετε τους αριθμούς με τα γράμματα.

1. πολυαιθυλένιο — α. $\left(-CH_2-\underset{\underset{CN}{|}}{CH}-\right)_\nu$

2. πολυβινυλοχλωρίδιο — β. $\left(-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-\right)_\nu$

3. πολυπροπυλένιο — γ. $(-CH_2-CH_2-)\nu$

4. πολυακρυλονιτρίλιο — δ. $\left(-CH_2-\underset{\underset{C_6H_5}{|}}{CH}-\right)_\nu$

5. πολυστυρόλιο — ε. $\left(-CH_2-\underset{\underset{Cl}{|}}{CH}-\right)_\nu$

31. Το ακετυλένιο μπορεί να παρασκευαστεί με τις παρακάτω διαδικασίες:

α) Το μεθάνιο θερμαίνεται στους 1500°C.

β) Με υδρόλυση CaC_2.

γ) Από την αντίδραση ενός διχλωροπαραγώγου του αιθανίου με αλκοολικό διάλυμα NaOH.

Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των παραπάνω αντιδράσεων.

32. Τι τύπο έδωσε ο Kekule για το βενζόλιο και ποιος είναι ο τύπος του βενζολίου σύμφωνα με τις νεώτερες απόψεις;

33. Πώς παρασκευάζεται σήμερα το βενζόλιο;

34. Να γράψετε μία χημική αντίδραση υποκατάστασης του βενζολίου.

35. Να αντιστοιχίσετε τα αντιδρώντα σώματα της στήλης (Α) με τα οργανικά προϊόντα της στήλης (Β):

A	B
$CH_3COONa + NaOH$	$CH_3CH_2CH_2CH_3$
$CH_3CH_2I + H_2$	CH_3CH_3
$CH_3CH_2I + Na$	$CH_3CH_2CH_3$
$CH_3CH{=}CH_2 + H_2$	CH_4

***36.** Να συμπληρώσετε τα διάστικτα στις παρακάτω χημικές εξισώσεις:

α. CH_3CH_2COONa + ... → CH_3CH_3 + ...

β. CH_3I + ... → ..... + NaI

γ. $CH_3CH{=}CH_2$ + ... → $CH_3CH_2CH_3$

δ. CH_3CH_2I + ... → ..... + I_2

37. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω αντιδράσεις προσθήκης:

α) $CH_2{=}CH_2 + HBr$ → .....

β) $CH_2{=}CH_2 + H_2O$ → .....

γ) $CH_3CH{=}CH_2 + HCl \rightarrow$ ……

δ) $CH_2{=}CH\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + H_2 \rightarrow$ ……

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας στην αντίδραση γ.

***38.** Να συμπληρώσετε τα διάστικτα στις παρακάτω χημικές εξισώσεις:

α. $CH_3CH_2OH \xrightarrow[160°C]{\pi.\ H_2SO_4}$ …… $+ H_2O$

β. …… $+ NaOH \rightarrow CH_2{=}CH_2 +$ …… $+ H_2O$

γ. …… $+ Br_2 \rightarrow CH_3\text{-}\underset{\underset{Br}{|}}{CH}\text{-}\underset{\underset{Br}{|}}{CH_2}$

39. Να σημειώσετε με Σ τις προτάσεις που είναι σωστές και με Λ αυτές που είναι λανθασμένες:

α) Τα αλκάνια και τα αλκένια έχουν γενικούς εμπειρικούς τύπους C_vH_{2v} και C_vH_{2v+2} αντιστοίχως.

β) Άκυκλοι υδρογονάνθρακες είναι αυτοί που σχηματίζουν ανοικτή ανθρακική αλυσίδα στο μόριό τους.

γ) Οι υδρογονάνθρακες είναι σώματα υγρά.

δ) Τα αλκυλαλογονίδια αποτελούνται από ένα αλκύλιο που έχει τύπο $C_vH_{2v+1}^-$ και αλογόνο, όπως Cl, Br, ή I.

ε) Γενικά η πυρόλυση μετατρέπει μικρά μόρια υδρογονανθράκων σε μεγαλύτερα.

40. Να σημειώσετε με Σ τις προτάσεις που είναι σωστές και με Λ αυτές που είναι λανθασμένες:

α) Το ακετυλένιο βρίσκεται άφθονο στη φύση.

β) Τα υδρογόνα του ακετυλενίου μπορούν να αντικατασταθούν από μέταλλα (όξινος χαρακτήρας).

γ) Το ακετυλένιο δεν πολυμερίζεται, διότι έχει τριπλό δεσμό και όχι διπλό, όπως το αιθένιο.

δ) Από το ακετυλένιο μπορούμε να παρασκευάσουμε C_6H_6.

41. Να αντιστοιχίσετε κάθε ουσία της στήλης (Α) με την ομόλογη σειρά στην οποία ανήκει η ουσία της στήλης (Β).

Α	Β
1-βουτίνιο	Αλκάνιο
αιθένιο	Αλκένιο
μεθυλοπροπάνιο	αρωματικός υδρογονάνθρακας
βενζόλιο	αλκίνιο

42. Δίνεται αλκίνιο με μοριακό τύπο C_5H_8:

α. Να γράψετε τα συντακτικά ισομερή και να τα ονομάσετε.

β. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ισομερών που έχουν διακλαδισμένη ανθρακική αλυσίδα, ανήκουν σε άλλη ομόλογη σει-

ρά και έχουν μοριακό τύπο C_5H_8.

43. Τα συντακτικά ισομερή του υδρογονάνθρακα με μοριακό τύπο C_4H_6 είναι:

α: 3, β: 4, γ: 5, δ: 6.

Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση.

44. Δίνεται η ουσία με μοριακό τύπο C_4H_{10}.

α. Σε ποια ομόλογη σειρά ανήκει και ποιος είναι ο γενικός εμπειρικός τύπος της σειράς αυτής;

β. Να γράψετε τα συντακτικά ισομερή και να τα ονομάσετε.

γ. Να παρασκευάσετε το ισομερές που έχει ευθύγραμμη ανθρακική αλυσίδα με πρώτη ύλη CH_3CH_2I.

***45.** Αν διαβιβάσουμε ένα μίγμα μεθανίου, αιθενίου, προπινίου και αιθανίου σε περίσσεια διαλύματος Br_2 σε CCl_4, τότε τα αέρια που εξέρχονται από το διάλυμα αυτό είναι:

α. μεθάνιο και αιθάνιο

β. αιθένιο και προπίνιο

γ. αιθάνιο

δ. αιθάνιο και αιθένιο

Να επιλέξετε και να αιτιολογήσετε τη σωστή απάντηση.

***46.** Δίνονται οι πιο κάτω πληροφορίες που αφορούν την άγνωστη ουσία Χ:

1. Αποχρωματίζει διάλυμα Br_2 σε CCl_4.
2. Μπορεί να πολυμεριστεί.
3. Παρασκευάζεται από αλκυλοχλωρίδιο με επίδραση αλκοολικού διαλύματος $NaOH$.

Επομένως η ένωση Χ είναι:

α. το προπίνιο

β. το αιθένιο

γ. το αιθάνιο

δ. το βουτάνιο

Να επιλέξετε και να αιτιολογήσετε τη σωστή απάντηση.

47. Επιδρά αλκοολικό διάλυμα υδροξειδίου του καλίου σε 1,2-διχλωροβουτάνιο και σχηματίζεται:

α. βουτάνιο, β. 1-βουτένιο, γ. 1-βουτίνιο, δ. 2-βουτίνιο.

Να επιλέξετε και να αιτιολογήσετε τη σωστή απάντηση.

48. Τα συντακτικά ισομερή του υδρογονάνθρακα με μοριακό τύπο C_6H_{14}:

α:3 β:4 γ:5 δ:6

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

49. Δίνεται η άκυκλη ένωση με τύπο C_4H_8.

α. Σε ποια ομόλογη σειρά ανήκει και ποιος είναι ο γενικός εμπειρικός τύπος της σειράς αυτής;

β. Να γράψετε τα συντακτικά ισομερή και να τα ονομάσετε.

γ. Να γράψετε για κάθε ισομερές την αντίδραση προσθήκης με νερό.

50. Τα συντακτικά ισομερή της ένωσης με μοριακό τύπο C_5H_{10} είναι:

α:4 β:5 γ:6 δ:7.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

51. Το κύριο προϊόν της αντίδρασης του HCl με το 1-βουτένιο είναι:

α. 1-χλωροβουτάνιο, β. 2-χλωροβουτάνιο,

γ. 1,1-διχλωροβουτάνιο, δ. 2χλωρο-1-βουτένιο.

Να επιλέξετε και να αιτιολογήσετε τη σωστή απάντηση.

52. Να αντιστοιχίσετε τις διεργασίες που αναφέρονται στη στήλη Α με τα προϊόντα που είναι γραμμένα στη στήλη Β:

Α	Β
αφυδραλογόνωση ισοπροπυλο-χλωριδίου	$(-CH_2-\underset{\underset{Cl}{\vert}}{C}H-)_ν$
προσθήκη HBr σε 1-βουτένιο	προπένιο
πολυμερισμός βυνιλοχλωριδίου	$CH_2=CH_2$
προσθήκη H_2 σε αιθίνιο	$CH_3CH_2\underset{\underset{Br}{\vert}}{C}HCH_3$

53. Ποια αλκάνια μπορείτε να παρασκευάσετε με πρώτη ύλη το αιθυλο-ϊωδίδιο; Να γράψετε τις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις.

54. Ένα από τα προϊόντα της πυρόλυσης του αργού πετρελαίου είναι το αιθένιο. Πώς μπορούμε να παρασκευάσουμε από το αργό πετρέλαιο:

α) πολυαιθυλένιο, β) αιθάνιο, γ) αιθυλική αλκοόλη, δ) βουτάνιο;

Να δώσετε τις σχετικές αντιδράσεις χρησιμοποιώντας και ανόργανα υλικά.

55. Πώς από ανθρακασβέστιο και ανόργανα υλικά μπορούμε να παρασκευάσουμε:

α) βενζόλιο, β) χλωροαιθάνιο, γ) πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC);

56. Να παρασκευάσετε το αιθάνιο σύμφωνα με τις γενικές μεθόδους παρασκευής των αλκανίων.

3g αιθανίου καίγονται πλήρως. Πόσα λίτρα CO_2 θα παραχθούν σε πρότυπες συνθήκες (STP); *4,48 L*

***57.** Ένας υδρογονάνθρακας έχει στο μόριό του 8 άτομα υδρογόνου και η σχετική μοριακή μάζα του είναι ίση με 56. Ο υδρογονάνθρακας αυτός αντιδρά με Br_2. Από αυτές τις πληροφορίες να δείξετε τι θα ισχύει από τα παρακάτω:

α) έχει μοριακό τύπο C_4H_8

β) είναι ακόρεστη οργανική ένωση

γ) μπορεί να έχει συντακτικό τύπο: $\begin{array}{l} CH_2 - CH_2 \\ | \qquad\quad | \\ CH_2 - CH_2 \end{array}$

δ) πιθανώς πολυμερίζεται.

***58.** Αιθένιο διαβιβάζεται σε βρώμιο. Όταν το βρώμιο αποχρωματιστεί εντελώς, παίρνουμε μία ουσία που ζυγίζει 100g.

α) Ποιος είναι ο συντακτικός τύπος της ουσίας που παράχθηκε και ποια η ονομασία της;

β) Πόσα mol αιθενίου χρησιμοποιήθηκαν;

γ) Από πόσα γραμμάρια αιθανόλης θα παρασκευαστεί το αιθένιο που χρησιμοποιήσαμε;

0,53 mol
24,38 g.

***59.** Με επίδραση νερού σε ανθρακασβέστιο παράγεται αέριο του οποίου ο όγκος σε STP είναι 2,8 L. Ζητούνται:

α) η μάζα του CaC_2 που χρησιμοποιήθηκε,

β) η μεγαλύτερη μάζα Cl_2 που μπορεί να αντιδράσει με το αέριο που παράχθηκε,

γ) η μάζα του H_2SO_4 που χρειάζεται για να εξουδετερωθεί πλήρως το υπόλειμμα της κατεργασίας του ανθρακασβεστίου με νερό.

8 g
17,75 g
12,25 g.

***60.** Η σχετική μοριακή μάζα πολυμερούς ενός αλκενίου είναι 56000. Αν τα 5,6 L του μονομερούς ζυγίζουν 7 g σε STP να βρεθούν:

α) ο συντακτικός τύπος του αλκενίου,

β) πόσα μόρια μονομερούς συνθέτουν το πολυμερές.

2000

***61.** 21 g ενός αλκενίου αντιδρούν πλήρως με 11,2 L υδρογόνου σε STP.

α) Ποιος είναι ο συντακτικός τύπος και η ονομασία του αλκενίου;

β) Να γράψετε μία αντίδραση παρασκευής του αλκενίου χρησιμοποιώντας σαν πρώτη ύλη ένα αλκυλαλογονίδιο.

$CH_3CH=CH_2$

***62.** Ποσότητα αλκενίου που έχει όγκο 4,48 L σε STP καίγεται πλήρως, οπότε παράγονται 10,8 g νερού.

α. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος του αλκενίου;

Οι όγκοι μετρούνται στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης.

β. 10 L του ίδιου αλκενίου αναμιγνύονται με 500 L αέρα που περιέχει 20% κατ' όγκον (v/v) O_2 και 80% κατ' όγκον (v/v) N_2. Να βρεθεί ο όγκος των καυσαερίων μετά την ψύξη τους στη συνήθη θερμοκρασία.

C_3H_6
30 L CO_2 - 400 L N_2 - 55 L O_2

****63.** 62 g μίγματος (Α) αιθενίου και H_2 έχουν όγκο 112 L σε STP.

α. Ποια είναι η κατά βάρος σύσταση του μίγματος (Α);

β. 15,5 g του μίγματος (Α) θερμαίνονται παρουσία Ni και σχηματίζεται νέο αέριο μίγμα (Β). Πόσα λίτρα έχουμε από κάθε αέριο σε STP στο μίγμα (Β);

56 g C_2H_4 6 g H_2
5,6 L H_2 11,2 L C_2H_6

***64.** Μίγμα όγκου 15 mL που αποτελείται από μεθάνιο και προπένιο αναφλέγεται με οξυγόνο. Μετά τη ψύξη των αερίων της καύσης στη συνήθη θερμοκρασία, βρίσκουμε ότι ο όγκος του αερίου που δεσμεύθηκε από διάλυμα NaOH είναι 35 mL. Αν οι όγκοι μετρήθηκαν στις

ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης, να προσδιοριστεί η κατ' όγκον σύσταση του μίγματος των δύο υδρογονανθράκων.

5 mL - 10 mL

***65.** Καίγονται 12 mL μίγματος αιθινίου και ενός υδρογονάνθρακα της ομόλογης σειράς των αλκανίων με 60 mL οξυγόνου. Μετά την καύση και την ψύξη των προϊόντων της καύσης στη συνήθη θερμοκρασία, απομένουν 51 mL, από τα οποία τα 26 mL δεσμεύτηκαν από διάλυμα βάσης. Να βρεθούν:

α) η κατ' όγκο σύσταση του μίγματος των δύο υδρογονανθράκων αν οι όγκοι μετρήθηκαν στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης,

β) ο μοριακός τύπος του αλκανίου.

10 mL - 2 mL
C_3H_8

***66.** 10 mL αλκενίου υφίστανται πλήρη υδρογόνωση με 12 mL H2 και μετατρέπονται σε αλκάνιο. Το μίγμα των αερίων που προκύπτει απαιτεί για την πλήρη καύση του 66 mL O_2. Να βρεθεί ο μοριακός τύπος και οι δυνατοί συντακτικοί τύποι του αλκενίου.

C_4H_8 - 3 ισομερή

***67.** Ποσότητα αιθανικού νατρίου συνθερμαίνεται σε κατάλληλες συνθήκες με επαρκή ποσότητα NaOH, οπότε παράγεται αλκάνιο.

α. Γράψτε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης.

β. Το αλκάνιο αντιδρά παρουσία φωτός με χλώριο, οπότε παράγονται 13,55 g μίγματος χλωρομεθανίου και διχλωρομεθανίου σε αναλογία mole 1:1. Πόσα γραμμάρια αιθανικού νατρίου αντέδρασαν αρχικά;

16,4 g.

γ. Ατμοσφαιρική ρύπανση - Φωτοχημικό νέφος - Όζον - Τρύπα όζοντος - Φαινόμενο θερμοκηπίου

68. Τι είναι και πώς δημιουργείται η ατμοσφαιρική ρύπανση;

69. Ποιοι είναι οι πρωτογενείς και ποιοι οι δευτερογενείς ρυπαντές;

70. Να περιγράψετε τον τρόπο σχηματισμού όζοντος στη φωτοχημική ρύπανση της ατμόσφαιρας.

71. Τι είναι οι χλωροφθοράνθρακες, από τι αποτελούνται και ποιος ο ρόλος τους στην ατμόσφαιρα;

72. Πώς δημιουργείται το φαινόμενο του θερμοκηπίου; Να αναφέρετε ονομαστικά τα κυριότερα αέρια ανθρωπογενούς προέλευσης που συμμετέχουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

73. Να δώσετε μερικές σίγουρες συνέπειες της παγκόσμιας υπερθέρμανσης.

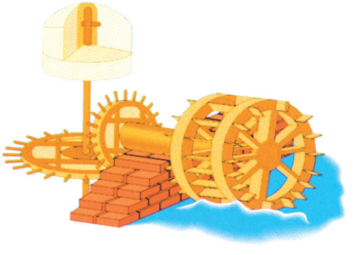
Δραστηριότητα

Υδρογονάνθρακες και Υπουργείο Περιβάλλοντος

Παρακάτω δίνεται ένα μικρό απόσπασμα από τις τιμές που δίνει το Υπουργείο Χωροταξίας και Περιβάλλοντος για την ατμοσφαιρική ρύπανση της περιοχής πρωτευούσης. Οι τιμές είναι μέσες μηνιαίες και αφορούν το έτος 1997 (Μπορεί κανείς να τις βρει και επίσης να έχει πλήρη εικόνα από την σελίδα του Υπουργείου στο Internet). Οι τιμές αφορούν δύο σταθμούς μέτρησης Χ και Ψ, ένα στο κέντρο και ένα στην περιφέρεια της Αθήνας. Επίσης αφορούν δύο μήνες του έτους, M_1 και M_2. Οι τιμές είναι σε $\mu g \cdot m^{-3}$ πλην του CO που είναι σε $mg \cdot m^{-3}$

		Μήνας M_1			
Σταθμός	SO_2	NO	NO_2	O_3	CO
Χ	63	208	86	19	7,4
Ψ	18	37	29	51	3,2

		Μήνας M_2			
Σταθμός	SO_2	NO	NO_2	O_3	CO
Χ	19	64	80	39	2,8
Ψ	15	20	35	70	0,8



1. Μπορείτε μετά από μελέτη του πίνακα να αποφανθείτε ποιος σταθμός είναι στο κέντρο και ποιος στα προάστια;
2. Αν οι μήνες είναι ο Αύγουστος και ο Ιανουάριος, σε ποιους αντιστοιχούν οι M_1 και M_2;
3. Βλέπετε κάποιον ρυπαντή που «δε σέβεται τις ταξικές διαφορές» ;
4. Ποιους από τους ρυπαντές θα χαρακτηρίζατε δείκτες της ρύπανσης από την κίνηση των αυτοκινήτων;

Απαντήσεις στις ασκήσεις πολλαπλής επιλογής και σωστού λάθους

21. Σ είναι: α, γ, Λ είναι: β

22. Σ είναι: α, β, Λ είναι: γ, δ

39. Σ είναι: β, δ, Λ είναι: α, γ, ε

40. Σ είναι: β, δ, Λ είναι: α, γ

43. β

45. α

46. β

47. γ

48. γ

50. β

51. β

57. α, β, δ

1. ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ – ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ

21. Βλέπε απαντήσεις στο τέλος του κεφαλαίου.

22. Βλέπε απαντήσεις στο τέλος του κεφαλαίου.

23. Βλέπε σελ. 40 και 41.

24. Βλέπε σελ. 41

25. Βλέπε σελ 42.

26. α) Βλέπε σελ. 43 β) $CH_4 + 2Cl_2 \rightarrow C + 4HCl$

27. Βλέπε σελ. 47 και 48.

28. α) Βλέπε σελ. 49 β) βλέπε σελ. 50 γ) βλέπε σελ. 56.

29. $\nu\, CH_2{=}CH \rightarrow (-CH_2-CH-)_\nu$

$$\nu\, CH_2{=}\overset{\overset{A}{|}}{C}{-}CH{=}CH_2 \rightarrow (-CH_2-\underset{\underset{A}{|}}{\overset{\overset{A}{|}}{C}}{=}CH-C\dot{H}_2-)_\nu$$

30. (1-γ), (2-ε), (3-β), (4-α), (5-δ).

31. α) Βλέπε σελ. 54 β) βλέπε σελ. 54 γ) βλέπε σελ. 54.

32. Βλέπε σελ. 57 και 58.

33. Βλέπε σελ 59.

34. Βλέπε σελ. 59.

35. $CH_3COONa + NaOH \rightarrow CH_4$
$CH_3CH_2I + H_2 \rightarrow CH_3CH_3$
$CH_3CH_2I + Na \rightarrow CH_3CH_2CH_2CH_3$
$CH_3CH{=}CH_2 + H_2 \rightarrow CH_3CH_2CH_3$

36. α. $NaOH \rightarrow Na_2CO_3$
β. $Na \rightarrow CH_3CH_3$
γ. $H_2 \rightarrow$
δ. $HI \rightarrow CH_3CH_3$

37. α) → CH_3CH_2Br
β) → CH_3CH_2OH
γ) → CH_3CHCH_3
Cl
δ) → $CH_3CH_2CH_2CH_3$

38. α) → $CH_2{=}CH_2$
β) CH_3CH_2Cl → NaCl
γ) $CH_3CH{=}CH_2$

39. Βλέπε απαντήσεις στο τέλος του κεφαλαίου.

40. Βλέπε απαντήσεις στο τέλος του κεφαλαίου.

41. 1-βουτίνιο → αλκίνιο
αιθένιο → αλκένιο
μεθυλοπροπάνιο → αλκάνιο
βενζόλιο → αρωματικός υδρογονάνθρακας.

42. α) $HC{\equiv}CCH_2CH_2CH_3$ $CH_3C{\equiv}CCH_2CH_3$
1-πεντίνιο 2-πεντίνιο
$HC{\equiv}CCHCH_3$
|
CH_3 μεθυλοβουτίνιο
β) $CH_2{=}CCH{=}CH_2$ $CH_3C{=}C{=}CH_2$
CH_3 CH_3
2μεθυλο-1,3-βουταδιένιο 3μεθυλο-1,2-βουταδιένιο

43. Βλέπε απάντηση στο τέλος του κεφαλαίου.

44. α) Στα αλκάνια με τύπο $C_νH_{2ν+2}$.
β) $CH_3CH_2CH_2CH_3$ CH_3CHCH_3
βουτάνιο |
CH_3
μεθυλοπροπάνιο
γ) $2CH_3CH_2I + 2Na \rightarrow CH_3CH_2CH_2CH_3 + 2NaI$

45. Σωστή είναι η (α). Τα αέρια που δεν δεσμεύονται είναι οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες, αφού την αντίδραση προσθήκης

δίνουν οι ακόρεστοι, αιθένιο και προπίνιο.

46. Σωστή είναι η (β). Αφού αποχρωματίζει το διάλυμα Br_2 είναι ακόρεστη ένωση και αφού πολυμερίζεται και παρασκευάζεται από αλκυλοχλωρίδιο είναι αλκένιο, δηλαδή το αιθένιο.

47. Σωστή είναι η (γ).

$$CH_3CH_2\underset{\underset{Cl}{|}}{C}HCH_2Cl + 2KOH \rightarrow CH_3CH_2C{\equiv}CH + 2KCl + 2H_2O$$

48. Βλέπε απάντηση στο τέλος του κεφαλαίου.

49. α) Η ένωση είναι αλκένιο με γενικό τύπο C_vH_{2v}.

β) $CH_2{=}CHCH_2CH_3$ (1-βουτένιο) $CH_3CH{=}CHCH_3$ (2-βουτένιο) $CH_2{=}C(CH_3)CH_3$ (μεθυλοπροπένιο)

γ) $CH_2{=}CHCH_2CH_3 + H_2O \rightarrow CH_3CH(OH)CH_2CH_3$ (λόγω Markovnikov)

$$CH_2CH{=}CHCH_2 + H_2O \rightarrow CH_3CH(OH)CH_2CH_3$$

$$CH_2{=}C(CH_3)CH_3 + H_2O \rightarrow CH_3C(OH)(CH_3)CH_3 \quad \text{(λόγω Markovnikov).}$$

50. Βλέπε απάντηση στο τέλος του κεφαλαίου.

51. Σωστή είναι η (β) λόγω του κανόνα Markovnikov.

52. Αφυδραλογόνωση ισοπροπυλοχλωριδίου → προπένιο,
προσθήκη HBr σε 1-βουτένιο → $CH_3CH_2CHCH_3$,

πολυμερισμός βινυλοχλωριδίου → $(-CH_2-\underset{\underset{Cl}{|}}{\overset{\overset{Br}{|}}{C}}H-)_v$

προσθήκη H_2 σε αιθίνιο → $CH_2{=}CH_2$.

53. Το αιθάνιο και το βουτάνιο.

$CH_3CH_2I + H_2 \xrightarrow{Pt} CH_3CH_3 + HI$

$2CH_3CH_2I + 2Na \xrightarrow{\text{ξηρός αιθέρας}} CH_3CH_2CH_2CH_3 + 2NaI.$

54. α) $\nu\ CH_2{=}CH_2 \rightarrow (-CH_2-CH_2-)_\nu$

β) $CH_2{=}CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_3$

γ) $CH_2{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H+} CH_3CH_2OH$

δ) $CH_2{=}CH_2 + HI \rightarrow CH_3CH_2I$

$2CH_3CH_2I + 2Na \xrightarrow{\text{ξηρός αιθέρας}} CH_3CH_2CH_2CH_3 + 2NaI$

55. α) $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + HC{\equiv}CH$

$3HC{\equiv}CH \rightarrow C_6H_6$

β) $HC{\equiv}CH + H_2 \rightarrow CH_2{=}CH_2$

γ) $CH{\equiv}CH + HCl \rightarrow CH_2{=}CH$

$$\nu\ CH_2{=}\underset{\underset{Cl}{|}}{CH} \rightarrow (-CH_2-\underset{\underset{Cl}{|}}{CH}-)_\nu$$

56. α) $CH_3CH_2I + H_2 \xrightarrow{Pt} CH_3CH_3 + HI$

$2CH_3I + 2Na \xrightarrow{\text{ξηρός αιθέρας}} CH_3CH_3 + 2NaI$

$CH_3CH_2COONa + NaOH \xrightarrow{\theta} CH_3CH_3 + Na_2CO_3$

$CH_2{=}CH_2 + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3CH_3$

β) m=3 g άρα n=3/30=0,1 mol

$C_2H_6 + 7/2O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

1 mol 2 mol

0,1 mol ;=0,2 mol CO_2 ή 0,2· 22,4 L=4,48 L.

57. Βλέπε απαντήσεις στο τέλος του κεφαλαίου.

58. α) $CH_2{=}CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_2{-}CH_2$ 1,2-διβρωμοαιθάνιο.

Br Br

β) για το 1,2-διβρωμοαιθάνιο M_r=188 άρα n =100/188 mol = 0,53 mol και από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης έχουμε 0,53 mol $CH_2{=}CH_2$.

γ) $CH_3CH_2OH \xrightarrow[H_2SO_4]{170°C} CH_2{=}CH_2 + H_2O$

1 mol 1 mol

x 0,53 mol

άρα x=0,53 mol CH_3CH_2OH ή 0,53· 46 g=24,38 g.

59. α) 1 mol 22,4 L

n 2,8 L άρα n=0,125 mol αερίου HC≡CH

$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + HC{\equiv}CH$

1 mol 1 mol

x 0,125 mol

άρα x=0,125 mol ή 0,125· 64 g=8 g CaC_2.

β) $HC{\equiv}CH + 2Cl_2 \rightarrow Cl_2CH{-}CHCl_2$

1 mol 1 mol

0,125 mol y άρα y=0,25 mol ή 0,25· 71 g=17,75 g Cl_2.

γ) Από τη στοιχειομετρία της πρώτης αντίδρασης έχουμε 0,125 mol $Ca(OH)_2$:

$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2H_2O$

1 mol 1 mol

0,125 mol ω

άρα ω=0,125 mol ή 0,125· 98 g=12,25 g H_2SO_4.

60. Για το αλκένιο με γενικό τύπο $C_\kappa H_{2\kappa}$ έχουμε ότι:

5,6 L → 7 g

22,4 L → M_r g άρα M_r=28

δηλαδή 14κ=28 ή κ=2.

Άρα το αλκένιο (μονομερές) έχει τύπο C_2H_4 ή $CH_2{=}CH_2$.

$\nu CH_2{=}CH_2 \rightarrow (-CH_2-CH_2-)_\nu$

Η σχετική μοριακή μάζα του πολυμερούς είναι 28ν και ίση με 56000, άρα 56000=28ν ή ν=2000.

Άρα 2000 μόρια μονομερούς συνθέτουν το πολυμερές.

61. α) $C_\nu H_{2\nu} + H_2 \rightarrow C_\nu H_{2\nu+2}$

$\frac{14\nu \text{ g}}{21 \text{ g}}$ $\frac{22,4 \text{ L}}{11,2 \text{ L}}$

άρα ν=3 δηλαδή $CH_3CH{=}CH_2$ προπένιο.

β) $CH_3CH_2CH_2Cl + NaOH \rightarrow CH_3CH{=}CH_2 + NaCl + H_2O$

62. $C_\nu H_{2\nu} + 3\nu/2O_2 \rightarrow \nu CO_2 + \nu H_2O$

1 mol ν mol

ή $\frac{22,4 \text{ L}}{4,48 \text{ L}}$ $\frac{\nu\cdot 18 \text{ g}}{10,8 \text{ g}}$ άρα ν=3 δηλαδή C_3H_6.

Στον αέρα έχουμε V_{O2}=(20/100).500 L=100 L και

V_{N2}= (80/100).500 L=400 L.

Από την καύση έχουμε:

$C_3H_6 + 9/2O_2 \rightarrow 3CO_2 + 3H_2O$

1mol 4,5mol 3mol

ή 1L 4,5L 3L

10L x y ή x = 45 L O_2 απαιτήθηκαν

y =30 L CO_2 παράχθηκαν

Στα καυσαέρια μετά ψύξη έχουμε: O_2: 100L-45L=55L, CO_2: 30 L, N_2: 400 L.

63. α) x mol C_2H_4 και y mol H_2.

Άρα έχουμε 28x+2y=62 (1) και 22,4x + 22,4y=112 L (2).

Λύνοντας το σύστημα βρίσκουμε x=2 mol C_2H_4 και y=3 mol H_2.

Στα 15,5g μίγματος (Α) θα υπάρχουν (15,5/62).2 mol C_2H_4 = 0,5 mol C_2H_4 και (15,5/62).3 mol H_2 = 0,75 mol H_2.

Το αλκένιο αντιδρά πλήρως με το H_2 που βρίσκεται σε περίσσεια:

$C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$

1 mol 1 mol 1 mol

0,5 mol 0,5 mol 0,5 mol

Στο τελικό μίγμα (Β) υπάρχουν (0,75-0,5) mol = 0,25 mol H_2 και 0,5 mol C_2H_6, άρα σε STP 5,6 L H_2 και 11,2 L C_2H_6.

64. Το NaOH δεσμεύει το CO_2, άρα ο όγκος του CO_2 είναι 35 mL. Έστω x mL το CH_4 και y mL το C_3H_6, δηλαδή

$\boxed{x+y=15}$ (1)

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ $C_3H_6 + 9/2O_2 \rightarrow 3CO_2 + 3H_2O$

ή 1 mol 1 mol 1 mol 3 mol

x mL ;=x mL y mL ;=y mL

δηλαδή $\boxed{x+3y = 35}$ (2).

Λύνοντας τις (1) και (2) έχουμε x=5 mL και y=10 mL C_3H_6.

65. Έστω x mL το C_2H_2 (αιθίνιο) και y mL το C_vH_{2v} (αλκένιο), άρα

$\boxed{x+y = 12}$ (1).

Τα 26 mL είναι ο όγκος του CO_2 και τα υπόλοιπα (51-26) mL=25 mL είναι ο όγκος του O_2 που περίσσεψε. Άρα ο όγκος του O_2 που αντέδρασε είναι (60-25) mL δηλαδή 35 mL.

$C_2H_2 + 5/2O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O$ $\quad$ $C_\nu H_{2\nu} + 3\nu/2O_2 \rightarrow \nu CO_2 + \nu H_2O$

1 mol 2,5 mol 2 mol $\quad$ 1 mol 3ν/2 mol ν mol

1 mL 2,5 mL 2 mL $\quad$ ή $\quad$ 1 mL 3ν/2 mL ν mL

x mL ;=2,5x mL ;=2x mL $\quad$ y mL ;=3ν/2· y mL ;=νy mL

Από το CO_2 έχουμε $\boxed{2x + \nu y = 26}$ (2) και από το O_2 έχουμε ότι

$\boxed{2{,}5x + 3\nu/2 \cdot y = 35}$ (3).

Λύνοντας το σύστημα (1),(2) και (3) έχουμε ότι:

x=10 mL C_2H_2, ν=3 και y=2 mol C_3H_6.

66. $C_\nu H_{2\nu} + H_2 \rightarrow C_\nu H_{2\nu+2}$

1 mL 1 mL 1 mL άρα

10 mL 10 mL 10 mL

Μετά την υδρογόνωση έχουμε 2 mL H_2 και 10 mL αλκάνιο.

$H_2 + ½O_2 \rightarrow H_2O$ $\quad$ $C_\nu H_{2\nu+2} + (3\nu+1)/2O_2 \rightarrow \nu CO_2 + (\nu+1)H_2O$

1 mL 0,5 mL $\quad$ 1 mL $\quad$ (3ν+1)/2 mL

2 mL ;=1 mL $\quad$ 10 mL $\quad$;=$\frac{3\nu+1}{2}$.10 mL

άρα $1 + \frac{(3\nu+1)}{2}.10 = 66$ ή ν=3.

Ο μοριακός τύπος είναι C_4H_8 και τα συντακτικά ισομερή είναι 3, το 1-βουτένιο, το 2-βουτένιο και το μεθυλοπροπένιο.

67. α) $CH_3COONa + NaOH \xrightarrow{\Theta} CH_4 + Na_2CO_3$

β) $CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$ $\quad$ $CH_4 + 2Cl_2 \rightarrow CH_2Cl_2 + 2HCl$

x mol $\quad$ x mol $\quad$ x mol $\quad$ x mol

για το CH_3Cl. $M_r = 50{,}5$ και για το CH_2Cl_2: $M_r = 85$.

Άρα 50,5x + 85x = 13,55 ή x=0,1 mol άρα η ποσότητα του CH_4 που χλωριώθηκε είναι 2x mol=0,2 mol.

Από τη στοιχειομετρία της α) αντίδρασης έχουμε 0,2 mol CH_3COONa άρα 0,2· 82 g=16,4 g.

68. Βλέπε θεωρία παρ. 2.8.

69. Βλέπε θεωρία σελ. 60.

70. Βλέπε θεωρία σελ. 60.

71. Βλέπε θεωρία σελ. 61.

72. Βλέπε θεωρία σελ. 62.

73. Βλέπε θεωρία σελ. 62.

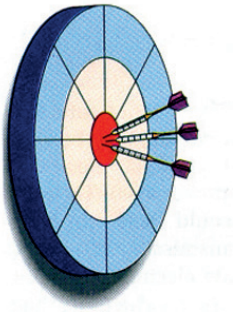
2 ΑΛΚΟΟΛΕΣ - ΦΑΙΝΟΛΕΣ

Οι Στόχοι

- Στο τέλος της διδακτικής αυτής ενότητας θα πρέπει να μπορείς:
- Να ξεχωρίζεις από ένα σύνολο αλκοολών ποιες είναι μονοσθενείς και ποιες πολυσθενείς ή ποιες είναι πρωτοταγείς, ποιες δευτεροταγείς και ποιες τριτοταγείς.
- Να αναφέρεις τις σημαντικότερες παρασκευές και χημικές ιδιότητες των κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών (ειδικότερα της αιθανόλης), γράφοντας τις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις. Να διακρίνεις με βάση τη χημική τους συμπεριφορά τη διαφορά μεταξύ των πρωτοταγών, δευτεροταγών και τριτοταγών αλκοολών. Να επιλύεις προβλήματα στοιχειομετρίας που βασίζονται στις προηγούμενες χημικές εξισώσεις.
- Να αναφέρεις τις σημαντικότερες χημικές ιδιότητες των καρβονυλικών ενώσεων, γράφοντας τις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις. Να εντοπίζεις με βάση τη χημική τους συμπεριφορά τις διαφορές μεταξύ των αλδεϋδών και κετονών.
- Να αναφέρεις τις κυριότερες παρασκευές και χημικές ιδιότητες της φαινόλης, γράφοντας τις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις. Να επιλύεις προβλήματα στοιχειομετρίας που βασίζονται στις προηγούμενες χημικές εξισώσεις.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

2.1 Αλκοόλες
2.2 Κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες- Αιθανόλη
2.3 Φαινόλες
Ερωτήσεις - προβλήματα



Οινόπνευμα (C_2H_5OH) μπορεί να παρασκευαστεί με ζύμωση γλυκόζης. Ειδικά η μπίρα παρασκευάζεται με ζύμωση βύνης από κριθάρι, με προσθήκη λυκίσκου. Η παρασκευή της μπίρας περιλαμβάνει διάφορα στάδια. Το χάλκινο δοχείο που εικονίζεται είναι γνωστό σαν δοχείο παρασκευής μπίρας και αποτελεί βασικό τμήμα της σύγχρονης ζυθοποιίας.

Εισαγωγή

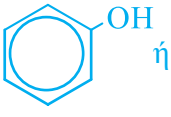
Υδροξυενώσεις είναι οι οργανικές που περιέχουν στο μόριο τους ένα ή περισσότερα υδροξύλια (OH) και διακρίνονται σε αλκοόλες (αλειφατικές, κυκλικές και αρωματικές) και στις φαινόλες.

Οι αλκοόλες προκύπτουν αν αντικαταστήσουμε ένα ή περισσότερα άτομα υδρογόνου ενός άκυκλου υδρογονάνθρακα με υδροξύλιο (OH).

Π.χ. CH_3CH_2OH $CH_3CH_2CH_2OH$ $HO\text{-}CH_2CH_2CH_2CH_2\text{-}OH$

αιθανόλη ***1-προπανόλη*** ***1,4-βουτανοδιόλη***

Οι φαινόλες προκύπτουν αν αντικαταστήσουμε ένα η περισσότερα άτομα Η του βενζολικού δακτυλίου με υδροξύλιο.

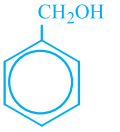
Π.χ. 

ή C_6H_5OH (είναι η απλούστερη από τις φαινόλες

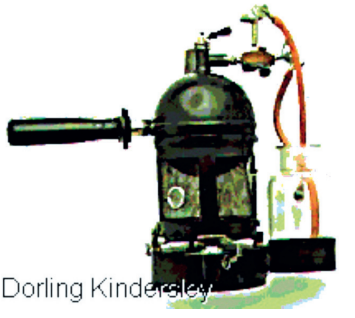
και ονομάζεται υδροξυβενζόλιο ή φαινόλη)

Οι αλκοόλες είναι ουσίες που συναντάμε συχνά στην καθημερινή μας ζωή. Πολλοί από μας έχουν καταναλώσει οινόπνευμα (αιθανόλη) που περιέχεται σε οινοπνευματώδη ποτά με άλλοτε ευχάριστες και άλλοτε δυσάρεστες εμπειρίες. Η βιομηχανία οινοπνευματωδών ποτών είναι σήμερα ένας πολύ αναπτυγμένος κλάδος της χημικής βιομηχανίας.

Οι φαινόλες είναι γνωστές ως δραστικά συστατικά απολυμαντικών και αντισηπτικών σκευασμάτων. Η φαινόλη (C_6H_5OH) χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά τη δεκαετία του 1860, όταν ο χειρούργος Joseph Lister τη χρησιμοποιούσε για να αποστειρώσει τα χειρουργικά του εργαλεία. Σήμερα η φαινόλη είναι περισσότερο χρήσιμη ως πρώτη ύλη για την παρασκευή πλαστικών, όπως είναι ο ***βακελίτης.***

Η ένωση 

δεν είναι φαινόλη αλλά αρωματική αλκοόλη και ονομάζεται βενζυλική αλκοόλη.



Ο Lister, βαρόνος Άγγλος χειρουγός, μετά από μελέτες στο θέμα της γάγγραινας ανακάλυψε τη σπουδαιότητα που έχει το θέμα της αντισηψίας στη χειρουργική. Εφεύρε την παραπάνω συσκευή (σπρέι φαινόλης) με την οποία απολύμανε τα τραύματα και τα χειρουργικά εργαλεία.

2.1. Αλκοόλες

Οι αλκοόλες είναι ενώσεις γνωστές στον άνθρωπο εδώ και πολλά χρόνια. Παλαιότερα ονομάζονταν πνεύματα, ενώ το όνομα αλκοόλη προήλθε από την αραβική ονομασία της λέξης πνεύμα (Al Kojol ονομαζόταν αραβικά η αλκοόλη που προκύπτει με απόσταξη κρασιού).

Οι άκυκλες αλκοόλες διακρίνονται:

- ***Σε κορεσμένες – ακόρεστες***

π.χ. $CH_3CH_2CH_2OH$ 1-προπανόλη (κορεσμένη)

$CH_2{=}CHCH_2OH$ 2- προπεν-1-όλη (ακόρεστη)

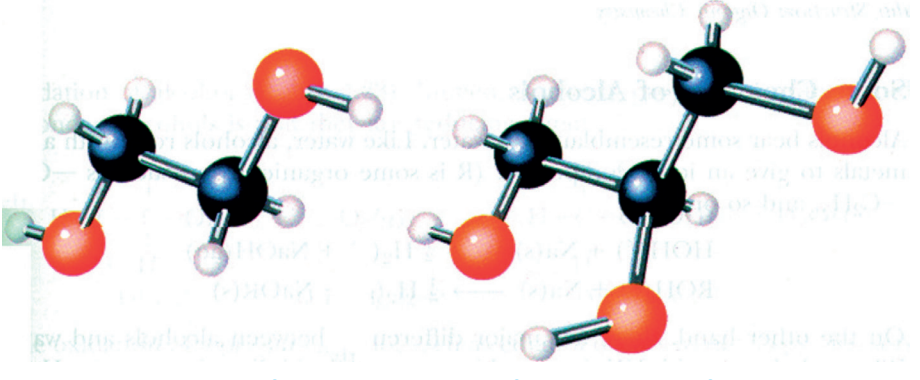
- ***Σε μονοσθενείς, δισθενείς, τρισθενείς κλπ***

ανάλογα με τον αριθμό των αλκοολικών υδροξυλίων που περιέχουν στο μόριό τους.

π.χ. CH_3CH_2OH αιθανόλη ή αιθυλική αλκοόλη ή οινόπνευμα (μονοσθενής)

CH_2CH_2 (OH, OH) 1,2-αιθανοδιόλη ή γλυκόλη (δισθενής)

CH_2CHCH_2 (OH, OH, OH) 1,2,3-προπανοτριόλη ή γλυκερίνη (τρισθενής)



- ***Σε πρωτοταγείς, δευτεροταγείς, τριτοταγείς***

ανάλογα με το αν το άτομο του C με το οποίο συνδέεται το υδροξύλιο είναι πρωτοταγές, δευτεροταγές ή τριτοταγές. Ένα άτομο άνθρακα χαρακτηρίζεται πρωτοταγές, αν συνδέεται με ένα άτομο C, δευτεροταγές αν συνδέεται με δύο και τριτοταγές αν συνδέεται με τρία άτομα C.

• Εάν, ως οργανικοί χημικοί είχατε να διαλέξετε δέκα αλειφατικές ενώσεις τις οποίες θα θέλατε να είχατε μαζί σας σ΄ ένα έρημο νησί σχεδόν μετά βεβαιότητας θα επιλέγατε αλκοόλες. Από αυτές θα μπορούσατε να παρασκευάσετε σχεδόν κάθε άλλο είδος αλειφατικής ένωσης: αλκυλαλογονίδια, αλκένια, αιθέρες, αλδεΰδες, κετόνες, οξέα, εστέρες και ένα πλήθος από αυτές. Στο ερημικό νησί θα χρησιμοποιούσατε τις αλκοόλες όχι μόνο ως πρώτες ύλες, αλλά συχνά ως διαλύτες στους οποίους γίνονται οι αντιδράσεις. Τελικά, ιδρωμένοι και κουρασμένοι μετά από μία εξαντλητική μέρα στο εργαστήριο, θα μπορούσατε να δροσιστείτε με εντριβή με (ισοπροπυλο) αλκοόλη και πιθανόν να ξεκουραστείτε με ένα δροσερό (αιθυλο) αλκοολούχο ποτό.

Απόσπασμα από το βιβλίο οργανική χημεία Α΄τόμος του Morrison και Boyd (4η έκδοση).

• Υπάρχει και τεταρτοταγές άτομο C, αλλά προφανώς δεν υπάρχει τεταρτοταγής αλκοόλη. Δηλαδή στην ένωση:

$$CH_3CH_2\overset{2}{-}\underset{CH_3}{\overset{CH_3}{C}}\overset{1}{-}CH_2OH$$

το υπ΄ αριθμό 2 άτομο C είναι μεν τεταρτοταγές, αλλά η αλκοόλη είναι πρωτοταγής, γιατί ο C που συνδέεται με το –OH είναι πρωτοταγής.

ΣΧΗΜΑ 2.1 Μοριακά μοντέλα από αριστερά προς τα δεξιά της 1,2 - αιθανοδιόλης και της 1,2,3-προπανοτριόλης.

Για τις κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες ο γενικός τύπος είναι: $C_vH_{2v+1}OH$, ενώ οι αντίστοιχοι γενικοί τύποι των πρωτοταγών, δευτεροταγών και τριτοταγών αλκοολών είναι:

RCH_2OH	πρωτοταγείς
R_1R_2CHOH	δευτεροταγείς
$R_1R_2R_3COH$	τριτοταγείς

Παράδειγμα 2.1

Να γραφούν οι συντακτικοί τύποι των αλκοολών με μοριακό τύπο C_4H_9OH και να χαρακτηριστούν ως πρωτοταγείς, δευτεροταγείς και τριτοταγείς.

Απάντηση

$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$

1-βουτανόλη (πρωτοταγής) ή βουτυλική αλκοόλη

$CH_3CH(CH_3)CH_2OH$

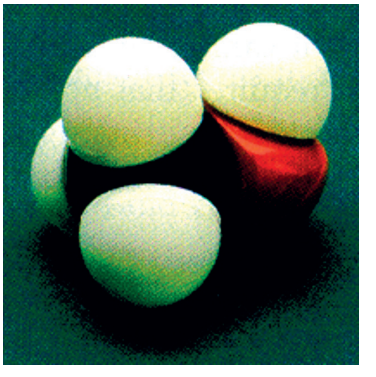
μεθυλο-1-προπανόλη (πρωτοταγής) ή ισοβουτυλική αλκοόλη

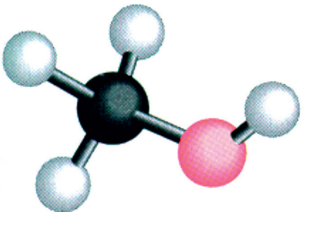
$CH_3CH_2CH(OH)CH_3$

2-βουτανόλη (δευτεροταγής) ή δευτεροταγής βουτυλική αλκοόλη

$CH_3C(CH_3)(OH)CH_3$

μεθυλο-2-προπανόλη (τριτοταγής) ή τριτοταγής βουτυλική αλκοόλη





α. μεθανόλη

Εφαρμογή

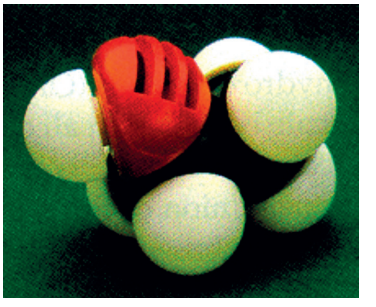
Να γραφούν οι συντακτικοί τύποι των αλκοολών με μοριακό τύπο C_3H_7OH και να χαρακτηριστούν ως πρωτοταγείς ή δευτεροταγείς.

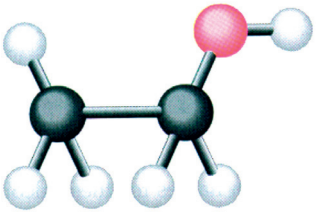
2.2. Κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες - Αιθανόλη

Γενικά

Οι κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες έχουν το γενικό τύπο: $C_νH_{2ν+1}OH$ ή ROH. Θεωρητικά μπορούμε να πούμε ότι οι αλκοόλες προέρχονται από τα αλκάνια, αν αντικαταστήσουμε ένα άτομο υδρογόνου με τη ρίζα υδροξύλιο.

Η αιθανόλη δεν είναι απλώς το παλαιότερο οργανικό αντιδραστήριο που χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο, αλλά επίσης ένα από τα πλέον σημαντικά. Η αιθανόλη (CH_3CH_2OH) είναι η αλκοόλη των οινοπνευματωδών (αλκοολούχων) ποτών και γι' αυτό ονομάζεται ***οινόπνευμα***.



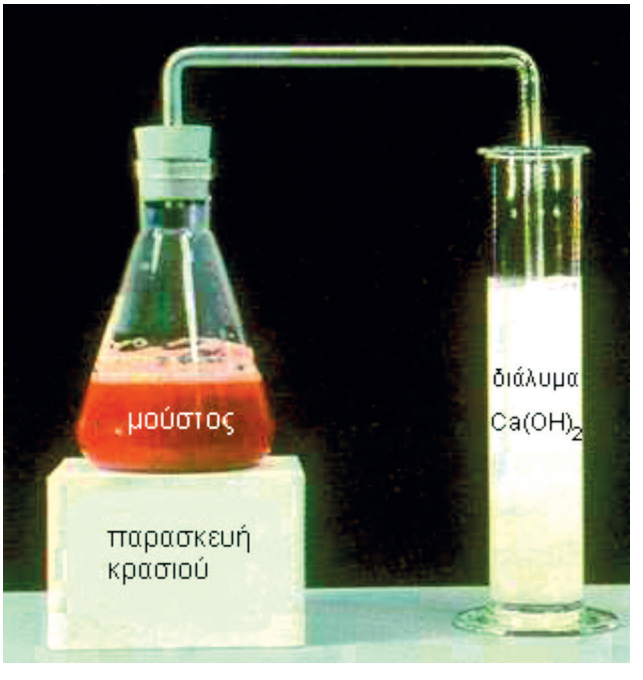


β. αιθανόλη
Μοριακά μοντέλα αλκοολών.

Παρασκευές

α. Με αλκοολική ζύμωση

Στην Παλαιά Διαθήκη αναφέρεται ότι, όταν ο Νώε εγκατέλειψε την κιβωτό, καλλιέργησε ένα αμπέλι και απ' αυτό αργότερα ήπιε το προϊόν του. Αυτή η ιστορία και άλλες πληροφορίες μας δείχνουν ότι η ζύμωση του μούστου και άλλων γλυκών χυμών ήταν γνωστή στον άνθρωπο εδώ και χιλιάδες χρόνια.



ΣΧΗΜΑ 2.2 Ζύμωση γλυκόζης (π.χ. μούστου) και ταυτοποίηση του παραγόμενου CO_2 με διάλυμα $Ca(OH)_2$ (ασβεστόνερο), το οποίο θολώνει.

Η παρασκευή οινοπνεύματος από τη γλυκόζη, που περιέχεται π.χ. στα σταφύλια, ονομάζεται αλκοολική ζύμωση και γίνεται παρουσία ενζύμου που ονομάζεται ζυμάση.

$$\underset{\text{γλυκόζη}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{\text{ζυμάση}} 2CH_3CH_2OH + 2CO_2$$

Το ιδιαίτερο ποτό που παράγεται σε κάθε περίπτωση (μπίρα, ουίσκι, βότκα κλπ) εξαρτάται από την ύλη ζύμωσης (σίκαλη, καλαμπόκι, σταφύλια, μούρα κλπ), τις συνθήκες ζύμωσης (αν το CO_2 αφήνεται να διαφύγει ή εμφιαλώνεται για παράδειγμα) και τις συνθήκες μετά τη ζύμωση (απόσταξη ή όχι).

β. Από πετρέλαιο

Μεγάλες ποσότητες αιθυλικής αλκοόλης παρασκευάζονται σε πετροχημικά εργοστάσια από το **αιθυλένιο** $CH_2{=}CH_2$. Το αιθυλένιο, όπως είδαμε, αντιδρά σε ειδικές συνθήκες με νερό παρουσία οξέων (π.χ. θειικό οξύ) και δίνει με μεγάλη απόδοση αιθανόλη.

$$CH_2 = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3CH_2OH$$

Η προσθήκη νερού σε αλκένια μπορεί να εφαρμοστεί γενικά για τις κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες.

$$C_\nu H_{2\nu} + H_2O \xrightarrow{H^+} C_\nu H_{2\nu+1}OH$$

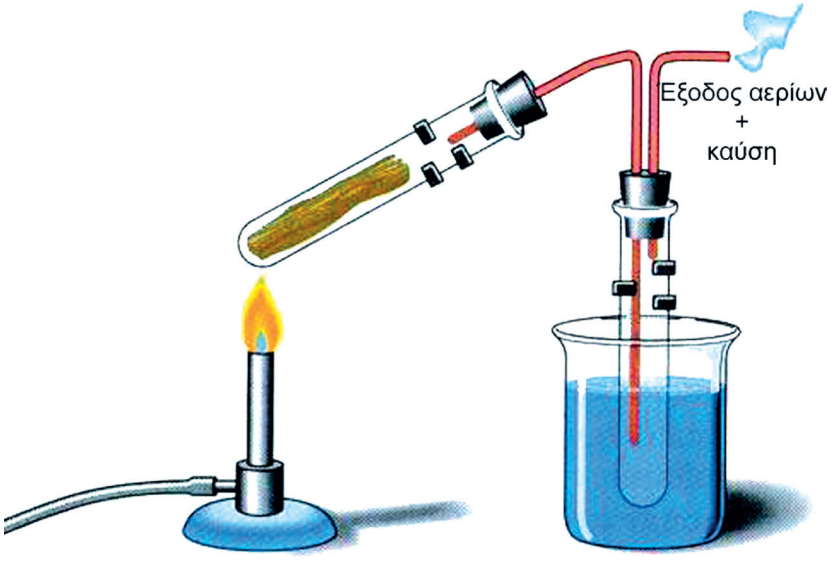
• Γνωρίζουμε ότι τα αλκένια που περιέχουν μέχρι 4 ή 5 άτομα άνθρακα εύκολα μπορούν να απομονωθούν από τα προϊόντα πυρόλυσης του πετρελαίου. Τα αλκένια αυτά εύκολα μετατρέπονται σε αλκοόλες με ενυδάτωση. Με την πορεία αυτή μπορούν να παρασκευαστούν μόνο οι αλκοόλες εκείνες που είναι σύμφωνες με τον κανόνα του Markovnikov.

γ. Ειδικές μέθοδοι παρασκευής μεθανόλης

Ειδικά η μεθανόλη μπορεί να παρασκευαστεί με ξηρά απόσταξη των ξύλων, όπως φαίνεται στο σχήμα 2.3, γι' αυτό και ονομάζεται ξυλόπνευμα.

Οι σύγχρονες όμως βιομηχανικές μονάδες παραγωγής μεθανόλης στηρίζονται στην παρακάτω καταλυτική σύνθεση:

$$CO + 2H_2 \xrightarrow{\text{καταλύτης}} CH_3OH$$

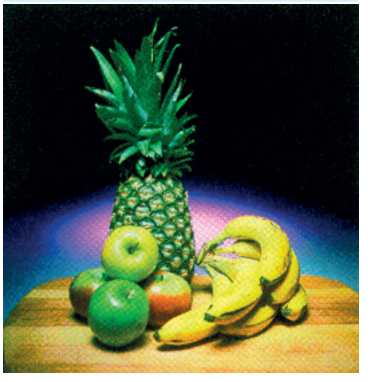


ΣΧΗΜΑ 2.3 Παρασκευή CH_3OH με ξηρά απόσταξη ξύλων. Η παραγόμενη CH_3OH συμπυκνώνεται στο δοχείο με νερό, ενώ τα υπόλοιπα αέρια καίονται.

Φυσικές Ιδιότητες

• Τα κατώτερα μέλη της σειράς των κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών είναι υγρά, άχρωμα και ευδιάλυτα στο νερό. Τα μέσα μέλη είναι υγρά, ελαιώδη, με σχετικά δυσάρεστη οσμή και διαλύονται πολύ λίγο στο νερό. Τα ανώτερα μέλη είναι στερεά, άοσμα και πρακτικά αδιάλυτα στο νερό.

• Η αιθανόλη είναι υγρό άχρωμο, με ευχάριστη δηκτική γεύση και σχετικά ευχάριστη οσμή. Η αιθανόλη αναμιγνύεται με το νερό σε κάθε αναλογία και κατά την ανάμειξη παρατηρείται ελάττωση όγκου, ενώ εκλύεται θερμότητα.



Η ευχάριστη οσμή και γεύση πολλών φρούτων π.χ. μπανάνας οφείλεται στους εστέρες που περιέχουν.

Χημικές Ιδιότητες

α. Καύση

Κατά την πλήρη καύση της αιθανόλης, δημιουργείται χαρακτηριστική γαλάζια φλόγα και ελευθερώνεται ικανό ποσό θερμότητας, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο.

$$CH_3CH_2OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

Η γενική αντίδραση πλήρους καύσης των κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών είναι: $C_\nu H_{2\nu+1}OH + {}^{3\nu}\!/_{2}\, O_2 \longrightarrow \nu CO_2 + (\nu+1)H_2O$

β. Εστεροποίηση

Οι αλκοόλες δε δημιουργούν ιοντικά διαλύματα και επομένως δε θεωρούνται βάσεις. Οι αλκοόλες όμως αντιδρούν με οξέα και, ενώ η αντίδραση επιφανειακά μοιάζει με την εξουδετέρωση, ουσιαστικά είναι τελείως διαφορετική απ' αυτή και ονομάζεται ***εστεροποίηση.***

π.χ. $CH_3COOH + CH_3CH_2OH \underset{}{\overset{H^+}{\rightleftharpoons}} \underset{\text{αιθανικός αιθυλεστέρας}}{CH_3COOCH_2CH_3} + H_2O$

Γενικά η εστεροποίηση μεταξύ κορεσμένου μονοκαρβοξυλικού οξέος και κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης δίνεται από τη χημική εξίσωση: $RCOOH + R'OH \underset{\text{υδρόλυση}}{\overset{\text{εστεροποίηση}}{\rightleftharpoons}} RCOOR' + H_2O$

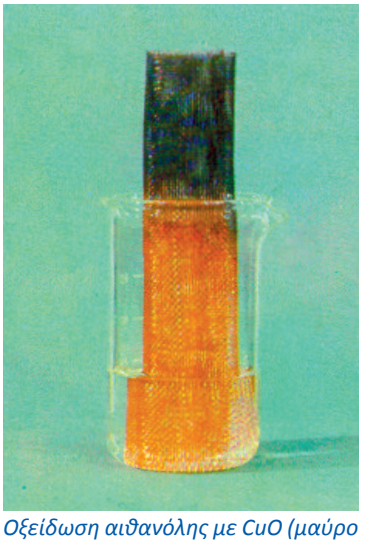
Διαφορές αντιδράσεων εξουδετέρωσης και εστεροποίησης

Εξουδετέρωση	Εστεροποίηση
ιοντική μονόδρομη ταχύτατη	μοριακή αμφίδρομη
	σχετικά αργή
εξώθερμη	πρακτικά θερμικά ουδέτερη

γ. Οξείδωση

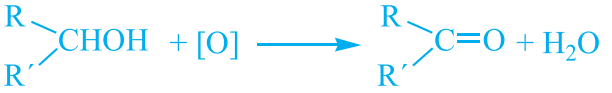
Οι πρωτοταγείς αλκοόλες οξειδώνονται σε αλδεΰδες και οι αλδεΰδες σε οξέα: $RCH_2OH \xrightarrow[-H_2O]{+[O]} RCHO \xrightarrow{+[O]} RCOOH$

π.χ. $CH_3CH_2OH \xrightarrow[-H_2O]{+[O]} \underset{\text{αιθανάλη}}{CH_3CHO} \xrightarrow{+[O]} \underset{\text{αιθανικό (οξικό) οξύ}}{CH_3COOH}$

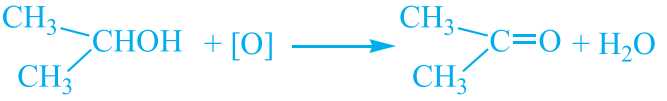


Οξείδωση αιθανόλης με CuO (μαύρο χρώμα) ο οποίος μετατρέπεται σε Cu (κιτρινέρυθρο χρώμα).

Οι δευτεροταγείς αλκοόλες οξειδώνονται σε κετόνες.



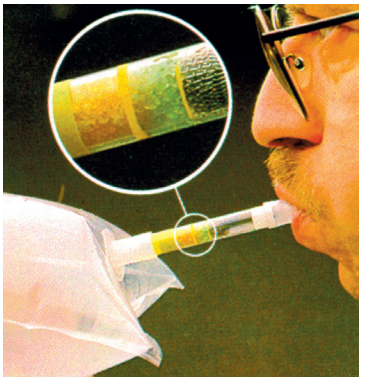
π.χ.



προπανόνη ή διμεθυλοκετόνη ή ακετόνη

Οι κετόνες και οι τριτοταγείς αλκοόλες δεν οξειδώνονται παρά κάτω από πολύ έντονες οξειδωτικές συνθήκες, οπότε διασπώνται.

Για την οξείδωση των αλκοολών στο εργαστήριο χρησιμοποιούμε συνήθως διάλυμα $KMnO_4$ (υπερμαγγανικού καλίου) ή διάλυμα $K_2Cr_2O_7$ (διχρωμικού καλίου) παρουσία οξέος. Στις αντιδράσεις που αναφέραμε το οξειδωτικό το συμβολίζουμε με [O], χωρίς αυτό να σημαίνει ότι γίνεται η οξείδωση με αέριο οξυγόνο O_2. Στη βιομηχανία η οξείδωση των αλκοολών επιτυγχάνεται με αέριο O_2 (αέρα) παρουσία ειδικών καταλυτών. Αλκοτέστ εξάλλου μπορεί να γίνει με βάση την αλλαγή χρώματος που προκαλεί η οξείδωση της αλκοόλης σε οξινισμένο $K_2Cr_2O_7$ (από πορτοκαλί σε πράσινο).



ΣΧΗΜΑ 2.4 Αν ο αέρας της εκπνοής περιέχει αιθανόλη, τότε αλλάζει το χρώμα του γυάλινου σωλήνα που περιέχει οξινισμένο $K_2Cr_2O_7$.

δ. Αφυδάτωση

Οι κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες αφυδατώνονται, όταν θερμαίνονται παρουσία πυκνού H_2SO_4 ή Al_2O_3, και ανάλογα με τις συνθήκες δίνουν αλκένιο ή αιθέρα. Δηλαδή,

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow[170°C]{H_2SO_4} CH_2 = CH_2 + H_2O$$

$$2CH_3CH_2OH \xrightarrow[130\text{-}140°C]{H_2SO_4} CH_3CH_2\text{-}O\text{-}CH_2CH_3 + H_2O$$

Γενικά:

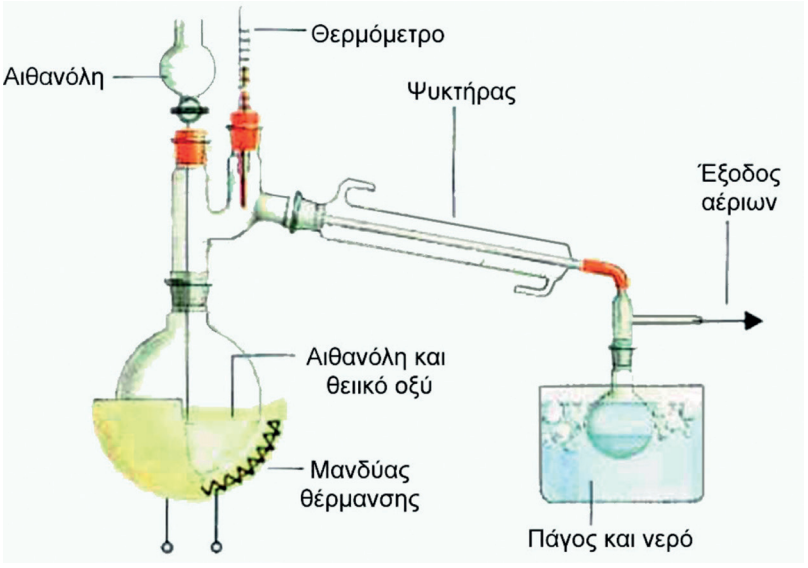
$$C_\nu H_{2\nu+1}OH \xrightarrow[\theta_1]{H_2SO_4} C_\nu H_{2\nu} + H_2O$$

$$2C_\nu H_{2\nu+1}OH \xrightarrow[\theta_2]{H_2SO_4} C_\nu H_{2\nu+1} - O - C_\nu H_{2\nu+1} + H_2O$$

Η θερμοκρασία αφυδάτωσης των αλκοολών δεν είναι πάντοτε η ίδια, γιατί οι τριτοταγείς αλκοόλες αφυδατώνονται ευκολότερα από τις δευτεροταγείς και αυτές ευκολότερα από τις πρωτοταγείς. Γενικώς όμως ισχύει ότι η αφυδάτωση των αλκοολών προς αλκένια γίνεται σε υψηλότερη θερμοκρασία απ' ότι η αφυδάτωσή τους προς αιθέρες.

• Η CH_3OH κατά την αφυδάτωση δίνει μόνο αιθέρα, γιατί δεν υπάρχει αλκένιο με ένα άτομο C.

• Ο διαιθυλαιθέρας παρασκευάζεται βιομηχανικά από την αλκοόλη με αφυδάτωση. Είναι πτητικό υγρό με ευχάριστη οσμή. Στον αέρα σχηματίζει παράγωγα τα οποία, όταν αναφλεγούν, προκαλούν εκρήξεις. Χρησιμοποιείται κυρίως ως διαλύτης.



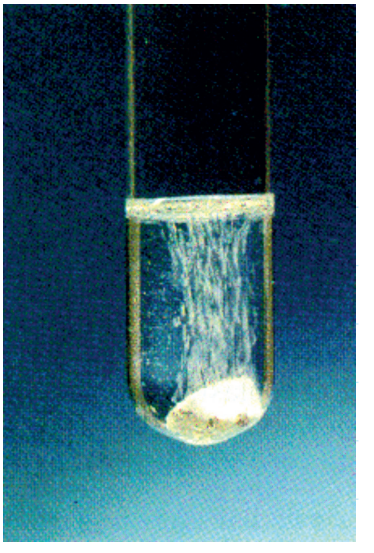
ΣΧΗΜΑ 2.5 Εργαστηριακή διάταξη για την παρασκευή $C_2H_5OC_2H_5$ με αφυδάτωση C_2H_5OH.

ε. Αντίδραση με δραστικά μέταλλα

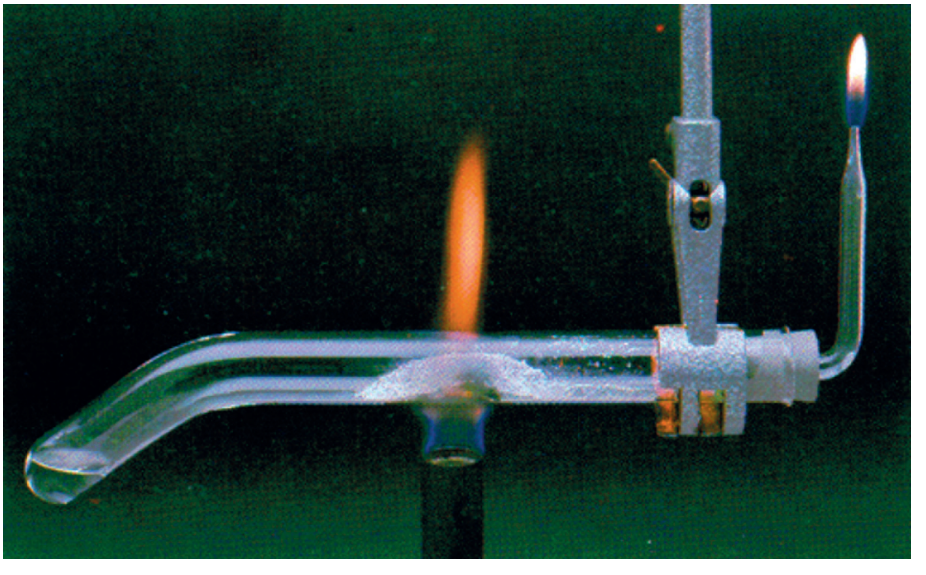
Το υδρογόνο του υδροξυλίου των αλκοολών μπορεί να αντικατασταθεί από δραστικό μέταλλο, συνήθως Na ή K, οπότε σχηματίζονται οργανικές ενώσεις που ονομάζονται **αλκοξείδια**. Οι αντιδράσεις αυτές αποδεικνύουν τον όξινο χαρακτήρα που έχουν οι αλκοόλες

$$ROH + Na \longrightarrow RONa + \tfrac{1}{2} H_2$$

π.χ. $CH_3CH_2OH + Na \longrightarrow \underset{\text{αιθοξείδιο του νατρίου}}{CH_3CH_2ONa} + \tfrac{1}{2} H_2$



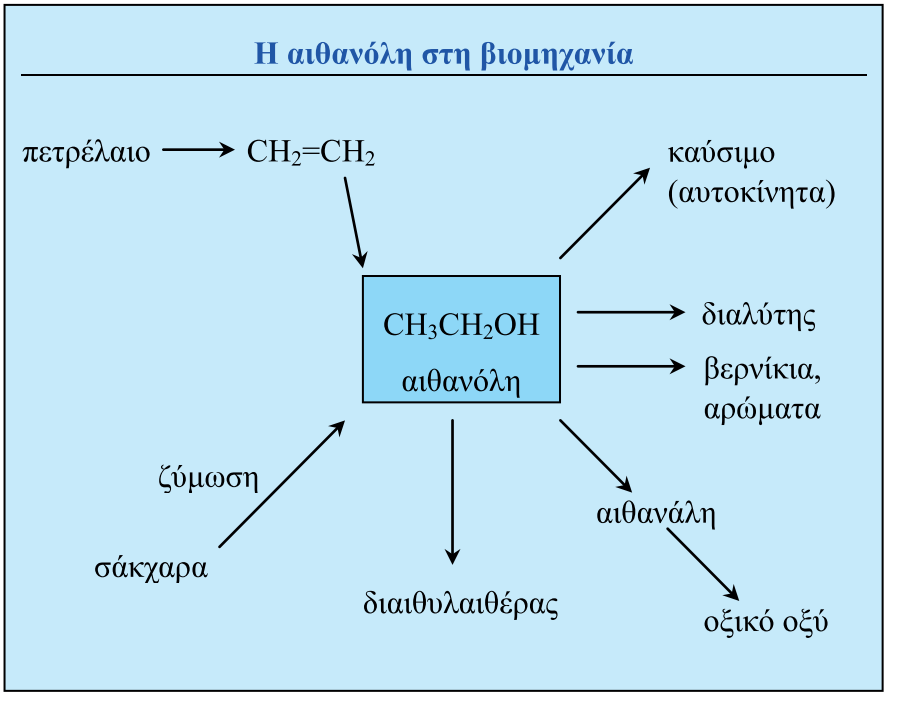
Το νάτριο αντιδρά με την αιθανόλη λιγότερο έντονα από ότι με το νερό, παράγοντας H_2.

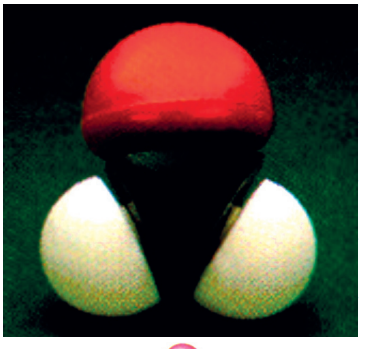


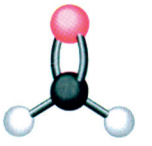
ΣΧΗΜΑ 2.6 Αντίδραση ατμών C_2H_5OH με Mg. Το H_2 που ελευθερώνεται κατά την αντίδραση καίγεται.

Χρήσεις αιθανόλης

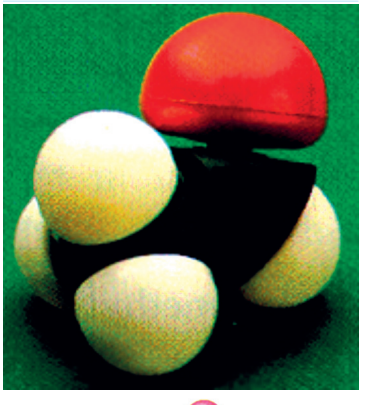
Τα μεγαλύτερα ποσά της αιθανόλης χρησιμοποιούνται στα αλκοολούχα ποτά. Άλλες χρήσεις της αιθανόλης βλέπουμε στον πίνακα που ακολουθεί.

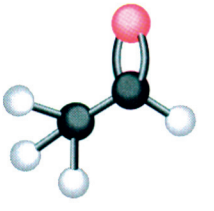




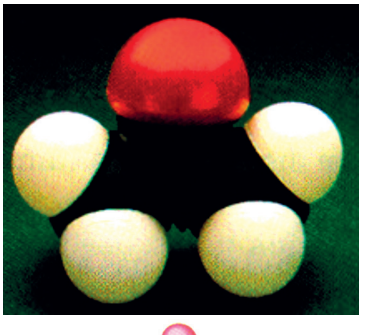


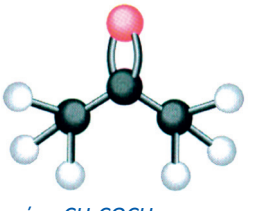
α. φορμαλδεΰδη HCHO





β. ακεταλδεΰδη CH_3CHO

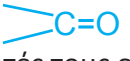




γ. ακετόνη CH_3COCH_3

Μερικές χαρακτηριστικές ιδιότητες των καρβονυλικών ενώσεων

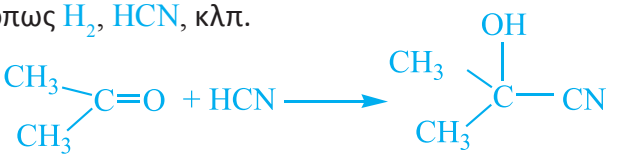
Οι αλδεΰδες και κετόνες έχουν πολλές κοινές ιδιότητες λόγω της κοινής καρβονυλικής ομάδας που έχουν.



Οι πιο χαρακτηριστικές ιδιότητές τους είναι:

α. αντιδράσεις προσθήκης

Στο διπλό δεσμό του καρβονυλίου μπορούν να προστεθούν διάφορα μόρια όπως H_2, HCN, κλπ.



β. αντιδράσεις οξείδωσης

Όπως είδαμε, οι αλδεΰδες οξειδώνονται εύκολα σε οξέα.

$$RCHO + [O] \rightarrow RCOOH$$

Αντίθετα, οι κετόνες οξειδώνονται πολύ δύσκολα και δίνουν κάτω από έντονες συνθήκες οξείδωσης συνήθως μίγματα οργανικών οξέων με λιγότερα άτομα άνθρακα.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η οξείδωση αλδεϋδών από ***ήπια οξειδωτικά μέσα***, όπως είναι:

- *το αντιδραστήριο Fehling (Φελίγγειο υγρό), που είναι αλκαλικό διάλυμα ιόντων Cu^{2+} και το οποίο οδηγεί σε ερυθρό ίζημα Cu_2O.*
- *το αντιδραστήριο Tollens, που είναι αμμωνιακό διάλυμα $AgNO_3$ και το οποίο δίνει κάτοπτρο Ag.*

Οι δύο παραπάνω αντιδράσεις χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση των αλδεϋδών.

γ. αντιδράσεις πολυμερισμού

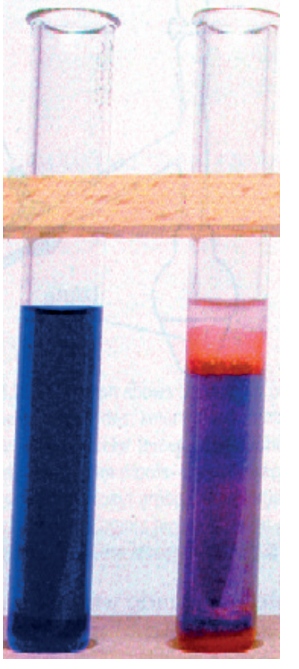
Οι αλδεΰδες πολυμερίζονται σε όξινο περιβάλλον, ενώ οι κετόνες όχι.

π.χ. $4CH_3CHO \rightarrow (CH_3CHO)_4$

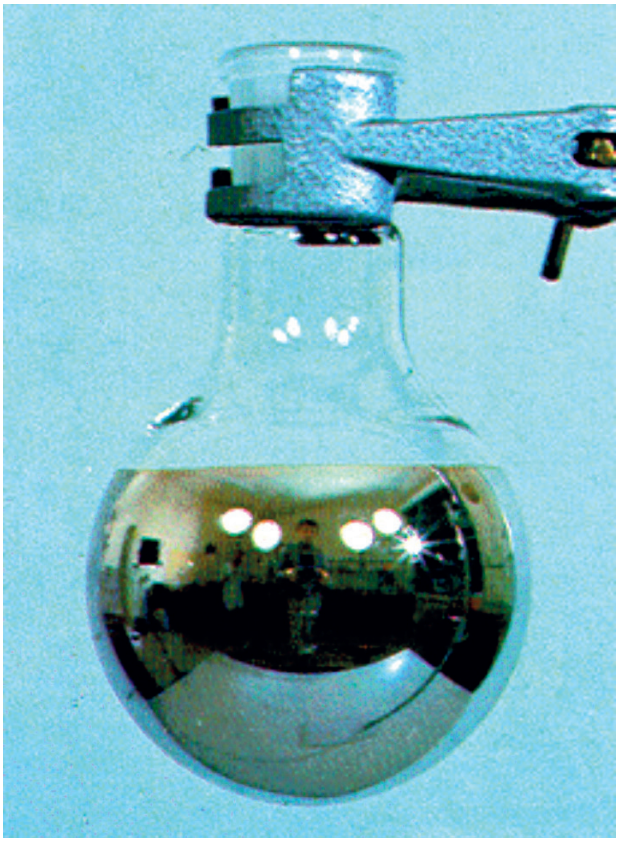
Η ένωση $(CH_3CHO)_4$ ονομάζεται μεταλδεΰδη ή στερεό οινόπνευμα.

Μεθανάλη (HCHO)

Η απλούστερη αλδεΰδη ονομάζεται μεθανάλη ή φορμαλδεΰδη και είναι αέριο με χαρακτηριστική ερεθιστική οσμή. Υδατικό διάλυμα φορμαλδεΰδης (περίπου 40%) ονομάζεται φορμόλη και χρησιμοποιείται ως αντισηπτικό. Στη βιομηχανία οι μεγαλύτερες ποσότητες φορμαλδεΰδης χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία πλαστικών. Αυτό συμβαίνει, γιατί εύκολα συμπολυμερίζεται με φαινόλη, ουρία και μεθυλαμίνη και δίνει πολύτιμα πλαστικά.



Φελίγγειο υγρό πριν και μετά την προσθήκη αλδεΰδης.



ΣΧΗΜΑ 2.7 Οι αλδεΰδες αντιδρούν με το αντιδραστήριο Tollens και σχηματίζουν κάτοπτρο. Η αντίδραση αυτή χρησιμεύει για τη διάκριση μεταξύ αλδεϋδών και κετονών.

Η φορμόλη χρησιμοποιείται για τη συντήρηση βιολογικών δειγμάτων.

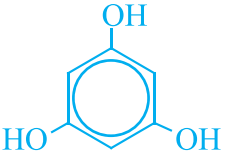
2.3. Φαινόλες

Γενικά

Όπως αναφέραμε, φαινόλες ονομάζονται τα υδροξυπαράγωγα των αρωματικών υδρογονανθράκων που έχουν τουλάχιστον ένα υδροξύλιο ενωμένο με άνθρακα του αρωματικού δακτυλίου. Οι φαινόλες, ανάλογα με τον αριθμό των υδροξυλίων που είναι ενωμένα με τον αρωματικό δακτύλιο, διακρίνονται σε μονοσθενείς, δισθενείς, τρισθενείς κλπ.

υδροξυβενζόλιο ή φαινόλη (μονοσθενής)

υδροκινόνη (δισθενής)



φλωρογλυκίνη (τρισθενής)

Εμείς θα μελετήσουμε την απλούστερη από τις φαινόλες, τη ***φαινόλη***.

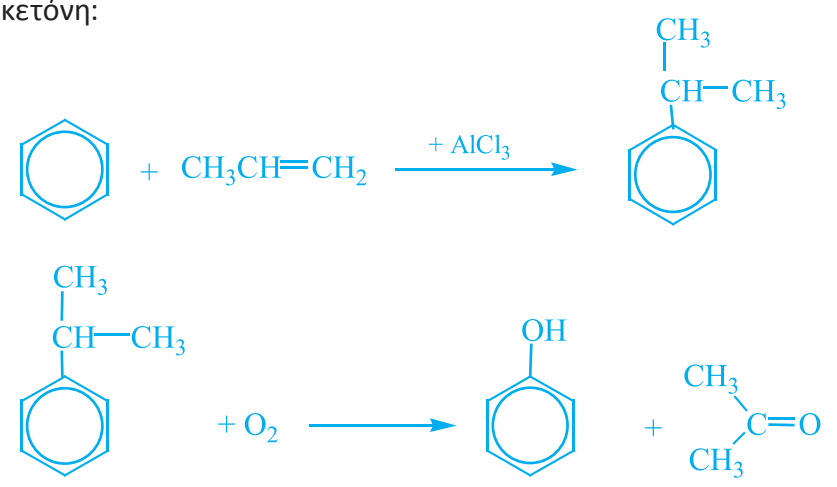
Παρασκευές

Στη βιομηχανία:

α. Παλαιότερα η φαινόλη παρασκευαζόταν από τη λιθανθρακόπισσα με κλασματική απόσταξη.

β. Σήμερα το μεγαλύτερο μέρος της φαινόλης παρασκευάζεται με πρώτη ύλη το πετρέλαιο. Όπως έχουμε αναφέρει, από την πυρόλυση των υδρογονανθράκων που περιέχονται στο πετρέλαιο, μεταξύ των άλλων σχηματίζονται βενζόλιο και προπένιο. Όταν αντιδράσουν το βενζόλιο και το προπένιο με καταλύτη $AlCl_3$, σχηματίζεται ένας

αρωματικός υδρογονάνθρακας: το ισοπροπυλοβενζόλιο ή **κουμόλιο**. Το κουμόλιο στη συνέχεια οξειδώνεται από O_2 και δίνει φαινόλη και ακετόνη:



Φυσικές Ιδιότητες

Η φαινόλη είναι άχρωμο, υγροσκοπικό, κρυσταλλικό στερεό, ελάχιστα διαλυτό στο νερό, ενώ διαλύεται στην αιθανόλη και στο διαιθυλαιθέρα. Είναι ουσία τοξική και προσβάλλει το δέρμα γι' αυτό το λόγο πρέπει να αποφεύγεται η επαφή της με το δέρμα.

Χημικές Ιδιότητες

Η φαινόλη μπορεί να δώσει δύο κατηγορίες αντιδράσεων:

- **Αντιδράσεις του αρωματικού δακτυλίου**. Οι αντιδράσεις αυτές είναι κυρίως η υποκατάσταση των υδρογόνων του δακτυλίου πχ. με αλογόνο.
- **Αντιδράσεις της πλευρικής ομάδας (υδροξύλιο).**

α. Όξινος χαρακτήρας. Δηλαδή η φαινόλη είναι ένα ασθενές οξύ και στο νερό διίσταται, σύμφωνα με το σχήμα:

$$C_6H_5OH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H_3O^+$$

Γι' αυτό η φαινόλη αντιδρά με ηλεκτροθετικά μέταλλα π.χ. Na ή K (όπως οι αλκοόλες) και με διαλύματα βάσεων, π.χ. NaOH, KOH (σε αντίθεση με τις αλκοόλες που έχουν μικρότερη οξύτητα). Ωστόσο, η φαινόλη είναι ασθενέστερο οξύ από το ανθρακικό και γι' αυτό δεν ελευθερώνει CO_2 από τα ανθρακικά άλατα.

β. Σχηματίζει εστέρες, όπως και οι αλκοόλες.

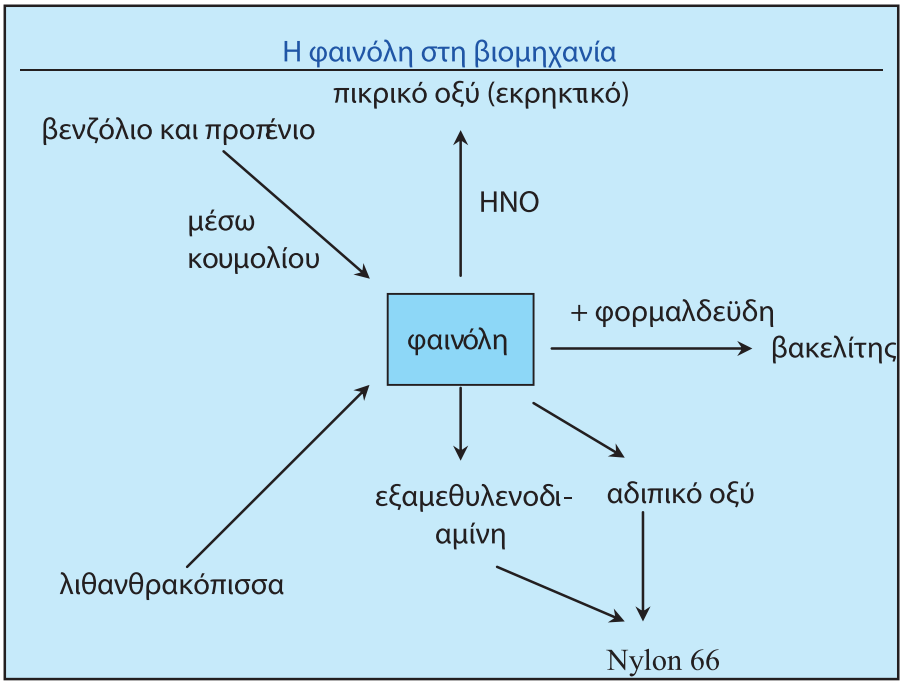
γ. Σχηματίζει αιθέρες, όπως οι αλκοόλες.

δ. Δεν οξειδώνεται, σε αντίθεση με τις πρωτοταγείς και δευτεροταγείς αλκοόλες.

Στα σύγχρονα χειρουργεία γίνεται επίσης χρήση φαινολικών ενώσεων για να διατηρηθούν συνθήκες αντισηψίας.

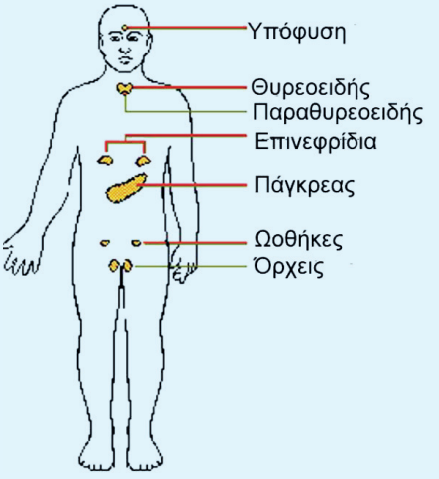
Χρήσεις

Οι βιομηχανικές παρασκευές και οι χρήσεις της φαινόλης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.



ΣΧΗΜΑ 2.8 Ιστορική φωτογραφία (δεκαετία 1860). Μία από τις πρώτες χρήσεις της φαινόλης ήταν ως αντισηπτικό. Ο χώρος ψεκάζεται με φαινόλη κατά τη διάρκεια χειρουργικής επέμβασης.

Γνωρίζεις ότι...



Οι ψευδορμόνες

Στη δεκαετία του '80, ένας Άγγλος παραγωγός ψαριών ειδοποίησε το Βρετανό καθηγητή John Sumpter από το Πανεπιστήμιο Brunel του Λονδίνου, για να παρατηρήσει ένα μυστήριο κατ' αυτόν φαινόμενο: οι αρσενικές πέστροφες που εξέτρεφε γεννούσαν αυγά. Όταν ο Sumpter έψαξε το θέμα στη βιβλιογραφία, ανακάλυψε άρθρα για τη θηλυκοποίηση αρσενικών πουλιών, ερπετών, σαρκοβόρων και ψαριών σε πολλά μέρη του κόσμου.

Τελικά ο Sumpter κατάφερε να αποδείξει ότι οι πέστροφες μολύνθηκαν από απόνερα, που περιείχαν συνθετικές ορμόνες. Τα πειράματα που έγιναν στη συνέχεια σε ποντίκια, στα οποία έδωσαν νερό εμπλουτισμένο με τρεις χημικές ουσίες με θηλυκές ορμόνες, όμοιες με αυτές που κυκλοφορούν άφθονες στο περιβάλλον, επιβεβαίωσαν το παρακάτω συμπέρασμα: οι συνθετικές ορμόνες στο περιβάλλον μπορούν να αρρενοποιήσουν ή να θηλυκοποιήσουν, και αυτό όχι μόνο άμεσα, αλλά και έμμεσα, ακολουθώντας μη γνωστούς μεταβολικούς δρόμους.

Οι συνθετικές ορμόνες είναι χημικές ουσίες που έχουν παρόμοια χημική δομή με αυτή των αναπαραγωγικών ορμονών, των οιστρογόνων, οπότε επιδρούν στα ορμονικά συστήματα και διαταράσσουν τη γενετική διαδικασία. Στην εποχή της χημείας του πλαστικού και του χλωρίου, η εξάπλωση των ουσιών αυτών είναι τεράστια. Από τη βενζίνη μέχρι το σαμπουάν, τους φακούς επαφής, τις κονσέρβες, τα υλικά συσκευασίας τροφίμων και τα παρασιτοκτόνα, οι συνθετικές ορμόνες βρίσκονται παντού. Οι «ψευδορμόνες», όπως χαρακτηρίζονται, είναι στο σύνολό τους τοξικές ουσίες, που προσομοιάζουν με ορμόνες και εισέρχονται στις λειτουργίες του οργανισμού «ξεγελώντας» τους αμυντικούς μηχανισμούς του. Μερικές από αυτές τις ουσίες, καθώς και τα προϊόντα που τις περιέχουν αναφέρονται παρακάτω:

- Διφαινόλη Α: σε κονσερβοκούτια, φελλούς μπουκαλιών, σωλήνες ύδρευσης, πλαστικές ύλες, φακούς επαφής.
- Αλκυφαινόλες: σε απορρυπαντικά, αντιοξειδωτικά - αντιθολωτικά πλαστικών, σαμπουάν, καλλυντικά, βενζίνη.
- Χλωροενώσεις, όπως χλωριωμένα διφαινύλια PCB's και διοξίνες στο περιβάλλον, στα λιπαρά τρόφιμα, όπως και στα προϊόντα γάλακτος, σοκολάτες και αλλαντικά.
- Πενταχλωροφαινόλη, σε προστατευτικές ουσίες του ξύλου, σε δερμάτινα είδη κ.ά.

Αποδείξεις για την επίδραση των συνθετικών ορμονών, μέχρι σήμερα, έχουμε μόνο στα ζώα, μέσω πειραμάτων, που για ηθικούς λόγους απαγορεύεται να γίνουν στους ανθρώπους.

Η Ενωμένη Ευρώπη και οι βιομηχανίες της αποφάσισαν να επενδύσουν εκατοντάδες εκατομμύρια ECU στην έρευνα για τις συνέπειες της μη ορθολογικής διαχείρισης του περιβάλλοντος και ειδικά για την επικίνδυνη δράση των ψευδορμονών.

Γνωρίζεις ότι...

Το οινόπνευμα και οι συνέπειές του

Σύμφωνα με τη λαϊκή παράδοση, το κλήμα μεταφέρθηκε για πρώτη φορά από την Ιωνία στην Ελλάδα από το Διόνυσο, το θεό του κρασιού. Ο Διόνυσος, όμως, είχε πρόβλημα στη μεταφορά του κλήματος από τη μακρινή Ιωνία. Έκοψε λοιπόν ένα μικρό μόσχευμα και έψαξε να βρει ένα μέσο να το μεταφέρει. Το πρώτο πράγμα που βρήκε ήταν ένα κρανίο πουλιού. Το γέμισε με χώμα, στρίμωξε μέσα το μόσχευμα και άρχισε το ταξίδι του.
Στη διάρκεια του ταξιδιού όμως, το μόσχευμα μεγάλωσε και δε χωρούσε στο κρανίο του πουλιού. Ο Διόνυσος έψαξε ξανά γύρω του και τελικά βρήκε ένα μεγαλύτερο κρανίο, το κρανίο ενός γαϊδάρου. Αυτό ήταν αρκετά μεγάλο και χώρεσε το κλήμα και το κρανίο του πουλιού. Ο Διόνυσος πρόσθεσε κι άλλο χώμα και συνέχισε το ταξίδι του για την Ελλάδα. Όταν και το κρανίο του γαϊδάρου αποδείχτηκε μικρό για το κλήμα που όλο και μεγάλωνε, ο Διόνυσος έψαξε και βρήκε το κρανίο ενός λιονταριού. Πρόσθεσε και σ' αυτό λίγο χώμα και έφερε έτσι το κλήμα στην Αθήνα. Για το λόγο αυτό, η παράδοση λεει πως, όταν πίνει κανείς κρασί, στην αρχή κελαηδάει σαν πουλάκι. Όσο περισσότερο πίνει, φέρεται σαν γάιδαρος και στο τέλος αποκτά το κουράγιο και τη δύναμη ενός λιονταριού και αρχίζει τις απειλές και τους καβγάδες.

Το οινόπνευμα είναι μία κατασταλτική ουσία, που μειώνει το άγχος, την υπερένταση και τους ανασταλτικούς μηχανισμούς. Σε χαμηλές δόσεις το οινόπνευμα μπορεί να δράσει ως διεγερτικό, ενώ σε υψηλές δόσεις δρα ως κατασταλτικό. Και στις δύο περιπτώσεις μεταβάλλει σημαντικά τη διάθεση και τη συμπεριφορά του ατόμου. Ακόμα διεγείρει την όρεξη, προκαλεί απώλεια θερμότητας και αφυδάτωση. Αν είναι κανείς νηστικός και πιει ένα δυνατό ποτό, όπως ούζο, ουίσκι, ή τσίπουρο μέσα σε 30΄ περίπου το οινόπνευμα απορροφάται από το στομάχι και το έντερό του, φτάνει στο συκώτι και γρήγορα στον εγκέφαλό του. Το οινόπνευμα στο συκώτι με την επίδραση κάποιων ενζύμων μεταβολίζεται σε ακεταλδεΰδη, η οποία είναι δηλητηριώδης ουσία.

$$CH_3CH_2OH + \tfrac{1}{2}O_2 \xrightarrow{\text{ένζυμα}} CH_3CHO + H_2O$$

Η ακεταλδεΰδη στη συνέχεια, με την επίδραση του ενζύμου αφυδρογονάση της ακεταλδεΰδης, μετατρέπεται σε οξικό οξύ, το οποίο χρησιμοποιείται από τον οργανισμό ως πηγή ενέργειας.

$$CH_3CHO + \tfrac{1}{2}O_2 \xrightarrow[\text{της ακεταλδεΰδης}]{\text{αφυδρογονάση}} CH_3COOH$$

Το οινόπνευμα έρχεται εύκολα στην κυκλοφορία του αίματος και στον εγκέφαλο, ο ακριβής όμως μηχανισμός της δράσης του στον εγκέφαλο δεν είναι γνωστός. Πολλοί επιστήμονες πιστεύουν ότι η αλληλεπίδραση του οινοπνεύματος με τις ουσίες που δρουν ως ηρεμιστικά στον εγκέφαλο (π.χ. γ-αμινοβουτυρικό οξύ), οδηγεί στη δυνατότητα του οινοπνεύματος να μειώνει το άγχος. Έχει υπολογιστεί ότι 4 εκατομμύρια άτομα κάνουν κατάχρηση οινοπνεύματος και άλλα 11 εκατομμύρια έχουν εξάρτηση από αυτό. Γενετικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες συμβάλλουν στην ανάπτυξη του αλκοολισμού, αλλά δεν υπάρχει ένας παράγοντας ή συνδυασμός παραγόντων που να επιτρέπει στους γιατρούς να προβλέπουν ποιο άτομο θα γίνει αλκοολικό.

Η μακροχρόνια έκθεση του ήπατος στη χημική επίδραση της ακεταλδεΰδης μπορεί να προκαλέσει κίρρωση του ήπατος και βλάβες σε άλλα όργανα. Και η βραχυχρόνια όμως, έκθεση στην επίδραση της ακεταλδεΰδης μπορεί να προκαλέσει κάποια πάθηση, αν η συγκέντρωση σε κάποιο όργανο είναι μεγάλη.

Γνωρίζεις ότι...

Οινοπνευματώδη ποτά

Τα οινοπνευματώδη ποτά διακρίνονται ανάλογα με την πρώτη ύλη, την περιεκτικότητα σε αλκοόλη, τον τρόπο παρασκευής και την προσθήκη άλλων ουσιών σε αυτά. Μπορούν δε να χωριστούν στις εξής κατηγορίες:

(α) Μη αποσταζόμενα (β) Αποσταζόμενα και (γ) Ηδύποτα.

- Τα **μη αποσταζόμενα** λαμβάνονται απευθείας με αλκοολική ζύμωση διαφόρων σακχαρούχων υγρών. Τα σπουδαιότερα ποτά αυτής της κατηγορίας είναι ο οίνος (κρασί) και ο ζύθος (μπύρα).
- Τα **αποσταζόμενα** αλκοολούχα ποτά λαμβάνονται με απόσταξη αλκοολούχων διαλυμάτων ενώ προστίθενται σε αυτά και αρωματικές ύλες. Έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε οινόπνευμα (30-70% v/v). Τα πιο γνωστά από αυτά είναι το κονιάκ, το μπράντι, το ούζο, η ρακή, το ουίσκι, η βότκα, κ.ά.
- Τα **ηδύποτα** (λικέρ) λαμβάνονται είτε με κατεργασία φρούτων ή αρωματικών υλών με αλκοόλη και προσθήκη σιροπιού είτε με ανάμιξη οινοπνεύματος, νερού, ζάχαρης και αιθέριων ελαίων (φυσικών ή τεχνητών). Γνωστότερα ηδύποτα (λικέρ) είναι το τσέρι, το πίπερμαν, το βερμούτ, το καμπάρι, κ.ά.
- **Κρασιά**. Γενικά χαρακτηριστικά για τα κρασιά είναι η περιεκτικότητά τους σε οινόπνευμα (που συνήθως κυμαίνεται από 10% έως 15% v/v), το άρωμα, το χρώμα τους (κόκκινο, λευκό, ροζέ) και η προέλευση των σταφυλιών. Τα κρασιά διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες.
- **Ξηρά (sec) ή επιτραπέζια κρασιά**. Χαρακτηριστικό τους είναι ότι όλη η ποσότητα του αρχικού σακχάρου που περιείχε ο μούστος έχει μετατραπεί σε οινόπνευμα.
- **Ημίγλυκα και γλυκά κρασιά**. Αυτά χαρακτηρίζονται από την παρουσία μέτριας ή σημαντικής ποσότητας σακχάρου αντίστοιχα. Συνήθως τα πιο εκλεκτά από αυτά παρασκευάζονται από σταφύλια που έχουν ξηραθεί στον ήλιο και δίνουν μούστο μεγάλης περιεκτικότητας σε σάκχαρο. Μέρος τους σακχάρου ζυμώνεται και δίνει αλκοόλη, ενώ το υπόλοιπο περισσεύει και δίνει τη γλυκύτητα στο κρασί.
- **Αφρώδη ή καμπανίτες (Champagne)**. Οι αφρώδεις οίνοι περιέχουν CO_2, το οποίο προέρχεται είτε από τη ζύμωση και παραμένει με ειδική διεργασία στο κρασί είτε προστίθεται από έξω (τεχνητοί αφρώδεις οίνοι).

Ανακεφαλαίωση

1. Αν αντικαταστήσουμε ένα ή περισσότερα άτομα υδρογόνου άκυκλου υδρογονάνθρακα με υδροξύλιο, προκύπτουν ενώσεις που ονομάζονται αλκοόλες.
2. Αν αντικαταστήσουμε ένα ή περισσότερα άτομα υδρογόνου του βενζολικού δακτυλίου αρωματικού υδρογονάνθρακα με υδροξύλιο, προκύπτουν ενώσεις που ονομάζονται φαινόλες.
3. Η σπουδαιότερη κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη είναι η αιθανόλη ή οινόπνευμα (C_2H_5OH). Μεγάλες ποσότητες αιθανόλης παρασκευάζονται σε πετροχημικά εργοστάσια από το αιθυλένιο.
4. Οι σπουδαιότερες χημικές ιδιότητες της αιθανόλης είναι η καύση, η εστεροποίηση, η οξείδωση, η αφυδάτωση και η αντίδραση με ισχυρά μέταλλα όπως το Na.
5. Η αιθανόλη χρησιμοποιείται κυρίως στα αλκοολούχα ποτά καθώς και ως πρώτη ύλη στη βιομηχανία για την σύνθεση οργανικών ενώσεων.
6. Η φαινόλη ή υδροξυβενζόλιο είναι η απλούστερη αρωματική αλκοόλη και τα μεγαλύτερα ποσά της σήμερα παρασκευάζονται από το πετρέλαιο.
7. Η φαινόλη δίνει δύο κατηγορίες αντιδράσεων, τις αντιδράσεις του αρωματικού δακτυλίου και της πλευρικής ομάδας που είναι το υδροξύλιο.
8. Η φαινόλη χρησιμοποιείται στη βιομηχανία πλαστικών (βακελίτης, nylon), ως αντισηπτικό κλπ.

Λέξεις- κλειδιά

- *αλκοόλες*
- *φαινόλες*
- *αιθανόλη (οινόπνευμα)*
- *γλυκόζη*
- *ζύμωση*
- *αιθυλένιο*
- *εστεροποίηση*
- *οξείδωση*
- *αφυδάτωση*
- *αλκοξείδια*
- *φαινόλη*
- *κουμόλιο*

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Ερωτήσεις Επανάληψης

1. Πώς προκύπτουν οι αλκοόλες και πώς οι φαινόλες; Να δώσετε από ένα παράδειγμα.

2. Ποιος είναι ο γενικός τύπος των κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών; Πώς θεωρούμε ότι προέρχονται οι αλκοόλες αυτές;

3. Τι είναι η αλκοολική ζύμωση; Τι είναι η ζυμάση;

4. Να αναφέρετε μερικές φυσικές ιδιότητες των κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών.

5. Πώς παρασκευαζόταν η φαινόλη στη βιομηχανία παλαιότερα και πώς παρασκευάζεται σήμερα;

Ασκήσεις - Προβλήματα

6. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:
α. Κορεσμένες είναι οι αλκοόλες .....
β. Ακόρεστες είναι οι αλκοόλες .....
γ. Μονοσθενείς είναι οι αλκοόλες .....
δ. Δισθενείς είναι οι αλκοόλες .....
ε. Πρωτοταγείς είναι οι αλκοόλες .....
στ. Τριτοταγείς είναι οι αλκοόλες .....
ζ. Δισθενείς είναι οι φαινόλες .....

7. Να γράψετε τις χημικές αντιδράσεις παρασκευής της αιθανόλης από τη γλυκόζη.

8. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:
Η αιθανόλη είναι ....., άχρωμο με .... γεύση και σχετικά ευχάριστη ..... . Η αιθανόλη αναμιγνύεται με το ..... σε οποιαδήποτε αναλογία και κατά την ανάμιξη παρατηρείται ..... και εκλύεται ..... .

***9.** Να συμπληρώσετε τις παρακάτω αντιδράσεις:
α. $CH_3CH_2CH_2OH + |O| \rightarrow$..... (Α) + ...
β. (Α) + $|O| \rightarrow$ ..... (Β)
γ. $CH_3CH{=}CH_2 + H_2O \rightarrow$ ..... (Γ)
δ. (Γ) + $|O| \rightarrow$ ..... (Δ) + ...
ε. (Β) + (Γ) $\rightarrow$ ..... (Ε) + ...
Οι ουσίες (Α), (Β), (Γ), (Δ) και (Ε) είναι οργανικές χημικές ενώσεις. Να δώσετε τις ονομασίες των παραπάνω οργανικών ενώσεων.

10. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις της αφυδάτωσης της 2-προπανόλης παρουσία H_2SO_4: α) στους 170° C, β) στους 140° C. Να δώσετε τις ονομασίες των οργανικών προϊόντων.

***11.** Από το πετρέλαιο παίρνουμε αιθυλένιο. Το αιθυλένιο θερμαίνεται με υδρατμούς παρουσία οξέος και μετατρέπεται σε ένωση (Α). Ορισμένη ποσότητα της (Α) χωρίζεται σε δύο μέρη. Το ένα μέρος οξειδώνεται πλήρως και παίρνουμε μία μόνο οργανική ουσία (Β). Οι ουσίες (Α) και (Β) αντιδρούν μεταξύ τους παρουσία οξέος και παίρνουμε την (Γ). Να

γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που αναφέρθηκαν, τις συνθήκες που πραγματοποιούνται και να δώσετε τις ονομασίες των ουσιών (Α), (Β), (Γ).

***12.** Από την πυρόλυση κλασμάτων του πετρελαίου παίρνουμε βενζόλιο και προπένιο. Οι δύο αυτοί υδρογονάνθρακες αντιδρούν μεταξύ τους παρουσία $AlCl_3$ και σχηματίζεται ένας αρωματικός υδρογονάνθρακας που, όταν οξειδώνεται, μας δίνει μία αρωματική αλκοόλη και μία καρβονυλική ένωση. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που αναφέρθηκαν δίνοντας και τις ονομασίες των οργανικών ενώσεων.

13. Να δώσετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων με τις οποίες μπορούν να παρασκευασθούν:
α) ένα οξύ από μία αλκοόλη,
β) ένας εστέρας από μία αλκοόλη,
γ) μία αλκοόλη από ένα αλκένιο,
δ) μία αλδεΰδη από ένα αλκίνιο.

14. Πώς θα διαπιστώσουμε ότι το υγρό περιεχόμενο ενός δοχείου, που είναι οργανική ένωση και έχει μοριακό τύπο C_3H_8O, είναι μία αλκοόλη ή ένας αιθέρας; Να γράψετε την αντίστοιχη χημική εξίσωση.

***15.** α) Υδατικό διάλυμα φαινόλης χρωματίζει το χαρτί ηλιοτροπίου κόκκινο. Να δώσετε μία χαρακτηριστική αντίδραση που εξηγεί το γεγονός αυτό.
β) Τι πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα, ώστε μετά το χαρτί του ηλιοτροπίου να μην γίνεται κόκκινο; Να γράψετε την αντίστοιχη χημική εξίσωση.

***16.** Να δείξετε δύο διαφορετικούς τρόπους παρασκευής του οξικού οξέος από πρώτη ύλη ακετυλένιο και ανόργανα υλικά.

***17.** Θα μπορούσατε ποτέ να σκεφθείτε πώς από σταφύλια θα παρασκευάσετε πλαστικά είδη από πολυαιθυλένιο; Δώστε με λόγια και αντιδράσεις τη σκέψη σας. ΠΡΟΣΟΧΗ!
Η σκέψη σας είναι ασύμφορη οικονομικά, δηλαδή κοστίζει ακριβά. Γιατί;

18. Πόσα γραμμάρια ανθρακασβεστίου χρειάζονται για να παρασκευαστούν με κατάλληλες αντιδράσεις 22 g αιθανάλης (ακεταλδεΰδης);

32 g

***19.** 40 g διαλύματος γλυκόζης 50% w/w ζυμώνονται κατά 90% παρουσία ζυμάσης. Πόσα mL αλκοόλης πυκνότητας 0,8 g/mL σχηματίζονται;

11,5 mL

***20.** Βάζουμε περίσσεια νερού σε ανθρακασβέστιο και παράγεται υδρογονάνθρακας που με σειρά αντιδράσεων μετατρέπεται σε CH_3COOH. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων και να υπολογίσετε την ποσότητα του CaC_2 καθαρότητας 80% που απαιτείται για να παραχθούν 400 g διαλύματος οξικού οξέος 60% w/w.

320 g

***21.** Πόση ποσότητα γλυκόζης χρησιμοποιήθηκε κατά την παρασκευή 20L αλκοολικού διαλύματος 14° (αλκοολικών βαθμών); $\rho_{\text{αλκοόλης}} = 0,8$ g/L.

Θυμίζουμε από την Α΄ Λυκείου: 14° σημαίνει: Στα 100 mL αλκοολικού διαλύματος 14 mL αιθανόλης.
4383 g

22. Πόσα λίτρα νερού πρέπει να προσθέσουμε σε 25 L ενός κρασιού 12°, για να παρασκευάσουμε κρασί 10°;

5 L

23. Σε τρία δοχεία Α, Β και Γ τοποθετούνται αντιστοίχως 6,4 g μεθανόλης, 4,6 g αιθανόλης και 7,4 g 1-βουτανόλης και επιδρούμε με μεταλλικό νάτριο. Το υδρογόνο που εκλύεται μαζεύεται και μετράται ο όγκος του σε θερμοκρασία 25° C και πίεση 740 mmHg. Πόσος είναι ο όγκος του H_2 ;

5 L

***24.** Να γραφούν οι συντακτικοί τύποι των κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών που έχουν M_r=60. Να γράψετε τις αντιδράσεις οξείδωσης τους και τις αντιδράσεις εστεροποίησης με το αιθανικό οξύ. Να ονομάσετε τις αλκοόλες, τα προϊόντα οξείδωσης και τα προϊόντα εστεροποίησης.

Θυμίζουμε ότι M_r είναι το σύμβολο της σχετικής μοριακής μάζας (μοριακό βάρος) κατά IUPAC.

***25.** Με την επίδραση μίας κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης στο αιθανικό οξύ προκύπτει εστέρας με M_r=116. Αν είναι γνωστό ότι η αλκοόλη αυτή δεν μπορεί να οξειδωθεί, να γράψετε το συντακτικό τύπο του εστέρα.

***26.** Κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη (Α) αντιδρά με το αιθανικό (οξικό οξύ) και δίνει εστέρα (Β) που έχει M_r=102. Αν η (Α) οξειδώνεται σε κετόνη (Γ) να βρείτε το συντακτικό τύπο και τα ονόματα των (Α), (Β) και (Γ).

***27.** Μεταλλικό νάτριο επιδρά σε μία κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη, οπότε εκλύεται υδρογόνο. Από 6,61 g της αλκοόλης αυτής παίρνουμε 1 L υδρογόνου μετρημένο σε STP. Να βρείτε: α) το μοριακό τύπο της αλκοόλης και β) τη σχετική μοριακή μάζα της.

α) C_4H_9OH
β) 74

***28.** Μίγμα αιθανόλης και αιθανάλης βάρους 45 g οξειδώνεται πλήρως. Το προϊόν για να εξουδετερωθεί χρειάζεται 500 mL διαλύματος NaOH συγκέντρωσης 2 M. Να βρείτε την κατά βάρος σύσταση του μίγματος.

23 g – 22 g

***29.** 2,3 g κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης οξειδώνονται πλήρως σε οξύ με τον ίδιο αριθμό ατόμων C. Το οξύ εξουδετερώνεται από διάλυμα NaOH. Το άλας που προκύπτει θερμαίνεται με NaOH και δίνει 1,12 L αερίου σε STP. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος και η ονομασία της αλκοόλης;

C_2H_5OH

***30.** Μία κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη (Α) κατά την οξείδωσή της δίνει το αντίστοιχο οξύ που έχει μάζα κατά 18,9% μεγαλύτερη από τη μάζα της αλκοόλης. Ποιοι είναι οι συντακτικοί τύποι της αλκοόλης και οι ονομασίες τους;

2 ισομερή

Δραστηριότητα

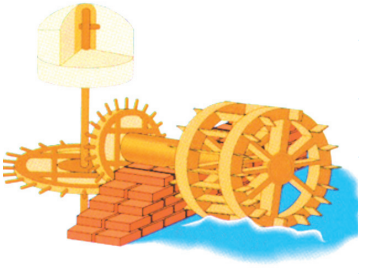
Αλκοτέστ και μεταβολισμός αλκοόλης

Η ποσότητα της αλκοόλης που καταναλώνει ένα άτομο περνά μέσα από το γαστρεντερικό του σύστημα στο αίμα. Από εκεί πρακτικά μεταφέρεται σε όλους τους ιστούς του σώματος περιλαμβανομένου και του εγκεφάλου. Το μέγιστο της ποσότητας της αλκοόλης ανιχνεύεται στο αίμα 60 έως 90 λεπτά μετά την κατανάλωση (με άδειο στομάχι). Ένα περίπου 10% της ποσότητας αυτής αποβάλλεται μέσω της αναπνοής, της διαπνοής και της ούρησης. Το υπόλοιπο 90% μεταβολίζεται από το συκώτι με έναν ορισμένο ρυθμό.

Ένας ενήλικας βάρους περί τα 70 kg καταναλώνει 6 ποτήρια κρασί 12 αλκοολικών βαθμών. Μετά από 1 h το *επίπεδο αλκοόλης στο αίμα* προσδιορίζεται και είναι ίσο με 0,15 g /100 mL. Με βάση τα παραπάνω, να υπολογίσετε:

1. Έναν μέσο ρυθμό μεταβολισμού της αλκοόλης.
2. Ποια ποσότητα μπίρας θα έφερνε το ίδιο αποτέλεσμα; Αν πρόκειται για «σκληρό ποτό», ποια είναι η αντιστοιχία;
3. Αν το άτομο αυτό συλληφθεί και υποβληθεί σε αλκοτέστ με ποια κατηγορία θα προσαχθεί σε δίκη; Υπενθυμίζεται ότι ανάλογα με την ποσότητα αλκοόλης στο αίμα οι κατηγορίες είναι: οδήγηση κάτω από την επήρεια και οδήγηση σε κατάσταση μέθης. Ποια είναι τα αντίστοιχα όρια;

   Να αναζητήσετε τα απαραίτητα δεδομένα και τις σταθερές από την βιβλιογραφία. Μην ξεχνάτε ότι οι υπολογισμοί που κάνετε είναι «κατ΄ εκτίμηση».



Απαντήσεις στις ασκήσεις πολλαπλής επιλογής και σωστού λάθους

9. Α: προπανάλη
Β: προπανικό οξύ
Γ: 2- προπανόλη
Δ: προπανόνη
Ε: προπανικός ισοπροπυλεστέρας

11. Α: αιθανόλη (αιθυλική αλκοόλη)
Β: αιθανικό (οξικό) οξύ
Γ: αιθανικός αιθυλεστέρας

2. ΑΛΚΟΟΛΕΣ – ΦΑΙΝΟΛΕΣ

6. α) Κορεσμένες είναι οι αλκοόλες στις οποίες τα άτομα του άνθρακα συνδέονται με απλούς δεσμούς.
β) Ακόρεστες είναι οι αλκοόλες στις οποίες μεταξύ των ατόμων του άνθρακα υπάρχει ένας τουλάχιστον διπλός ή τριπλός δεσμός.
γ) Βλέπε θεωρία σελ. 80.
δ) Βλέπε θεωρία σελ. 80.
ε) Βλέπε θεωρία σελ. 80.
στ) Βλέπε θεωρία σελ. 80.
ζ) Βλέπε θεωρία σελ. 88.

7. $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{ζύμαση}} 2CH_3CH_2OH + 2CO_2$

8. Βλέπε θεωρία σελ. 83.

9. α) $CH_3CH_2CH_2OH + |O| \rightarrow CH_3CH_2CHO$ (Α) $+ H_2O$
β) $CH_3CH_2CHO + |O| \rightarrow CH_3CH_2COOH$ (Β)
γ) $CH_3CH{=}CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCH_3$
δ) $CH_3CHCH_3 + |O| \rightarrow CH_3CCH_3$ (Δ)

ε) $CH_3CH_2COOH + CH_3\overset{OH}{C}HCH_3 \rightarrow CH_3CH_2COOCH\underset{CH_3}{C}H_3 + H_2O$ (Ε)

(Α) προπανάλη
(Β) προπανικό οξύ
(Γ) 2-προπανόλη
(Δ) προπανόνη ή διμεθυλοκετόνη ή ακετόνη
(Ε) προπανικός ισοπροπυλεστέρας

10. α) $CH_3\underset{OH}{C}HCH_3 \xrightarrow[140°C]{H_2SO_4} CH_3CH{=}CH_2 + H_2O$
προπένιο

β) $2CH_3CHCH_3 \xrightarrow[170°C]{H_2SO_4} CH_3CHOCHCH_3 + H_2O$

OH $\qquad$ CH_3 CH_3

διϊσοπροπυλαιθέρας

11. $CH_2{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3CH_2OH$ (A)

$CH_3CH_2OH + 2|O| \rightarrow CH_3COOH$ (B) $+ H_2O$

$CH_3COOH + CH_3CH_2OH \rightleftharpoons CH_3COOCH_2CH_3$ (Γ) $+ H_2O$

(A)αιθανόλη, (B) αιθανικό (οξικό) οξύ, (Γ) αιθανικός (οξικός) αιθυλεστέρας.

12. Βλέπε θεωρία σελ. 89.

αρωματικός υδρογονάνθρακας: ισοπροπυλοβενζόλιο ή κουμόλιο

αρωματική αλκοόλη: φαινόλη

καρβονυλική ένωση: ακετόνη ή προπανόνη ή διμεθυλοκετόνη.

13. α) $RCH_2OH + 2|O| \rightarrow RCOOH + H_2O$

β) $RCOOH + R'OH \overset{H^+}{\rightleftharpoons} RCOOR' + H_2O$

γ) $C_vH_{2v} + H_2O \xrightarrow{H^+} C_vH_{2v+1}OH$

δ) $HC{\equiv}CH + H_2 \rightarrow CH_2{=}CH_2$

$CH_2{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3CH_2OH$

$CH_3CH_2OH + |O| \rightarrow CH_3CHO + H_2O$

14. Οι αλκοόλες αντιδρούν με Na και εκλύεται αέριο H_2, σε αντίθεση με τους αιθέρες που δε δίνουν αυτή την αντίδραση.

$C_3H_7OH + Na \rightarrow C_3H_7ONa + ½H_2\uparrow$

15. α) Η φαινόλη είναι ένα ασθενές οξύ και γι' αυτό αλλάζει το χρώμα του δείκτη.

$C_6H_5OH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H_3O^+$ (όξινος χαρακτήρας).

β) Για να μη γίνεται κόκκινο το χαρτί του ηλιοτροπίου πρέπει να εξουδετερώσουμε το οξύ, π.χ. με μία βάση.

$C_6H_5OH + NaOH \rightarrow C_6H_5ONa + H_2O$

16. α) $HC{\equiv}CH + H_2 \rightarrow CH_2{=}CH_2$

$CH_2{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3CH_2OH$

$CH_3CH_2OH + 2|O| \rightarrow CH_3COOH + H_2O$

β) $HC{\equiv}CH + H_2O \xrightarrow[H2SO4]{HgSO4} \left[CH_2{=}CH(OH) \right] \rightarrow CH_3CHO$

$CH_3CHO + |O| \rightarrow CH_3COOH$

17. Στα σταφύλια περιέχεται γλυκόζη.

$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{ζύμαση}} 2C_2H_5OH + 2CO_2$

$CH_3CH_2OH \xrightarrow[170°C]{H2SO4} CH_2{=}CH_2 + H_2O$

$\nu CH_2{=}CH_2 \rightarrow (-CH_2-CH_2-)_\nu$

18. Αιθανάλη ή ακεταλδεΰδη: CH_3CHO n=22/44 mol=0,5 mol

$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow HC{\equiv}CH + Ca(OH)_2$

x mol ;= xmol

$HC{\equiv}CH + H_2O \xrightarrow[H2SO4]{HgSO4} CH_3CHO$

x mol ;=x mol

άρα x=0,5 mol, δηλαδή αντέδρασαν 0,5 mol ή 0,5· 64 g ή 32 g CaC_2.

19. Στα 100 g διάλυμα 50 g γλυκόζη

40 g m άρα m=20 g $C_6H_{12}O_6$

Η ποσότητα της γλυκόζης που ζυμώνεται είναι τα (90/100)·20 g = 18g.

Για τη γλυκόζη M_r=180, άρα n=18/180 mol = 0,1 mol $C_6H_{12}O_6$

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$

1 mol 2 mol

0,1 mol x άρα x=0,2 mol C_2H_5OH (M_r=46)

Για την αλκοόλη m=0,2 mol· 46 g/mol=9,2 g

ρ= (m/V) ή V = m/ρ = 9,2g /0,8 g·mL^{-1} ή V=11,5 mL

20. $CaC_2 + 2H_2O \rightarrow HC{\equiv}CH + Ca(OH)_2$

x mol ;=x mol

$HC{\equiv}CH + H_2O \xrightarrow{H2SO4\ HgSO4} CH_3CHO$

x mol ;=x mol

$CH_3CHO + |O| \rightarrow CH_3COOH$

x mol ;=x mol

Η μάζα του οξικού οξέος είναι τα (60/100)· 400 g =240 g

Για το οξικό οξύ M_r=60, άρα x=(240/60) mol =4 mol.

Άρα αρχικά αντέδρασαν 4 mol CaC_2 (M_r=64), δηλαδή η μάζα του καθαρού CaC_2 θα είναι 4· 64 g=256 g.

Στα 100 g ακάθ. CaC_2 τα 80 g καθαρό
m ακάθ. 256 g

δηλαδή $m_{ακάθ}$=320 g.

21. $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$

x mol ;=2x mol παράγονται

$V_{αιθανάλης} = \frac{14}{100} V_{\Delta} = \frac{14}{100} \cdot 20\ L = 2,8\ L = 2800\ mL\ C_2H_5OH$

$\rho = m/V$ ή $m = \rho \cdot V$ ή m=0,8 g/mL· 2800 mL=2240 g.

Για την αιθανόλη M_r=46 άρα $2x = \frac{2240}{46}$ ή x=24,34

Δηλαδή για τη γλυκόζη (M_r=180), έχουμε m=24,34· 180 g ή m = 4383 g.

22. CH_3OH. M_r=32, CH_3CH_2OH. M_r=46,
$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$: M_r=74

Για τη μεθανόλη: n=6,4/32 mol=0,2 mol.

Για τη αιθανόλη: n=4,6/46 mol=0,1 mol.

Για τη 1-βουτανόλη: n=7,4/74 mol=0,1 mol.

$CH_3OH + Na \rightarrow CH_3ONa + ½H_2$

0,2 mol ;=0,1 mol

$CH_3CH_2OH + Na \rightarrow CH_3CH_2ONa + ½H_2$

0,1 mol ;=0,05 mol

$CH_3CH_2CH_2CH_2OH + Na \rightarrow CH_3CH_2CH_2CH_2ONa + ½H_2$

0,1 mol ;=0,05 mol

Συνολικά παράχθηκαν 0,2 mol H_2

θ=25°C ή T=298 K, P=740/ 760atm

$PV = nRT$ ή $V = n \cdot R \cdot T/P$ ή V=5 L

24. Κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη: $C_νH_{2ν+1}OH$, άρα M_r=14ν+18 και επειδή M_r=60, έχουμε 14ν+18=60 ή $\boxed{ν=3}$

$CH_3CH_2CH_2OH$ και CH_3CHCH_3
1-προπανόλη |
OH 2-προπανόλη

ΟΞΕΙΔΩΣΗ: $CH_3CH_2CH_2OH + [O] \rightarrow CH_3CH_2CHO + H_2O$
(προπανάλη)

$CH_3CH_2CHO + |O| \rightarrow CH_3CH_2COOH$
(προπανικό οξύ)

$CH_3CHCH_3 + |O| \rightarrow CH_3CCH_3$

OH O
(προπανόνη)

ΕΣΤΕΡΟΠΟΙΗΣΗ:

$CH_3COOH + CH_3CH_2CH_2OH \overset{H+}{\rightleftharpoons} CH_3COOCH_2CH_2CH_3 + H_2O$
αιθανικός προπυλεστέρας

$CH_3COOH + CH_3CHCH_3 \overset{H+}{\rightleftharpoons} CH_3COOCHCH_3 + H_2O$

OH CH_3
αιθανικός ισοπροπυλεστέρας

25. $CH_3COOH + C_\nu H_{2\nu+1}OH \rightleftharpoons CH_3COOC_\nu H_{2\nu+1} + H_2O$
Για τον εστέρα M_r=14ν+60=116 ή ν=4.
Η αλκοόλη έχει μοριακό τύπο C_4H_9OH και το ισομερές που δεν μπορεί να οξειδωθεί είναι η τριτοταγής αλκοόλη. CH_3

Άρα ο συντακτικός τύπος του εστέρα είναι $CH_3COOC–CH_3$

CH_3

26. $CH_3COOH + C_\nu H_{2\nu+1}OH \rightleftharpoons CH_3COOC_\nu H_{2\nu+1} + H_2O$
(A) (B)
Για τον εστέρα M_r=14ν+60=102 ή ν=3.
Αφού η αλκοόλη (A) οξειδώνεται σε κετόνη (Γ), η (A) είναι δευτεροταγής άρα είναι η 2-προπανόλη.
$CH_3CHCH_3 + |O| \rightarrow CH_3CCH_3$ (Γ) $+ H_2O$
προπανόνη
OH O
Ο εστέρας (B) είναι $CH_3COOCHCH_3$ αιθανικός (οξικός) ισοπροπυλεστέρας
CH_3

27. $C_vH_{2v+1}OH + Na \rightarrow C_vH_{2v+1}ONa + ½H_2$

$\underline{(14v+18)\ g}$ $\underline{0,5\cdot\ 22,4\ L}$

6,61 g 1L άρα ν=4.

Μοριακός τύπος: C_4H_9OH και M_r=74.

28. Για την αιθανόλη: M_r= 46 και για την αιθανάλη: M_r= 44.

Έστω xmol αιθανόλης και ymol CH_3CHO

$\boxed{46x + 44y = 45}$ (1)

Για το NaOH. n=c· V=2 mol/L· 0,5 L=1 mol.

$CH_3CH_2OH + 2|O| \rightarrow CH_3COOH + H_2O$

x mol ;=x mol

$CH_3CHO + |O| \rightarrow CH_3COOH + H_2O$

y mol ;=y mol

Για το οξικό οξύ έχουμε n=(x+y) mol

$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

(x+y) mol ;=(x+y) mol

άρα $\boxed{x+y=1}$ (2)

Λύνοντας το σύστημα (1) και (2) έχουμε x=0,5 και y=0,5.

CH_3CH_2OH. m=0,5· 46 g=23 g

CH_3CHO: m=0,5· 44 g=22 g.

29. Αφού η αλκοόλη οξειδώνεται σε οξύ, συμπεραίνω ότι είναι πρωτοταγής, με γενικό τύπο $C_vH_{2v+1}CH_2OH$

$C_vH_{2v+1}CH_2OH + 2|O| \rightarrow C_vH_{2v+1}COOH + H_2O$

x mol ;=x mol

$C_vH_{2v+1}COOH + NaOH \rightarrow C_vH_{2v+1}COONa + H_2O$

x mol ;=x mol

$C_vH_{2v+1}COONa + NaOH \xrightarrow{\Theta} C_vH_{2v+2} + Na_2CO_3$

x mol ;=x mol

Το αέριο είναι το αλκάνιο.

STP· 1 mol 22,4 L

x mol 1,12 L ή x=0,05

Άρα η αρχική ποσότητα της αλκοόλης που είναι 2,3g αντιστοιχεί σε 0,05mol $n = m/M_r$ ή $M_r = m/n = 2,3/0,05$ =46

Από το γενικό τύπο της αλκοόλης M_r=14ν+32=46 ή ν=1 άρα ο μοριακός τύπος της αλκοόλης είναι C_2H_6O (αιθανόλη).

30. Αφού η αλκοόλη με οξείδωση δίνει οξύ, συμπεραίνω ότι είναι πρωτοταγής, με γενικό τύπο $C_νH_{2ν+1}CH_2OH$. Η αντίδραση οξείδωσης είναι.

$C_νH_{2ν+1}CH_2OH + 2|O| \rightarrow C_νH_{2ν+1}COOH + H_2O$

Στο 1 mol της αλκοόλης προστίθενται 1 mol ατόμων οξυγόνου και αφαιρούνται 2 mol ατόμων υδρογόνου.

Δηλαδή στα (14ν+32) g αλκοόλης αύξ. βάρους (16g-2g)=14 g

100 g αύξ. βάρους είναι 18,7 g

απ' όπου προκύπτει ν=3.

Άρα ο μοριακός τύπος της αλκοόλης είναι C_3H_7OH και οι συντακτικοί τύποι είναι: $CH_3CH_2CH_2OH$ και CH_3CHCH_3

1-προπανόλη

|

OH

2-προπανόλη

3 ΚΑΡΒΟΞΥΛΙΚΑ ΟΞΕΑ

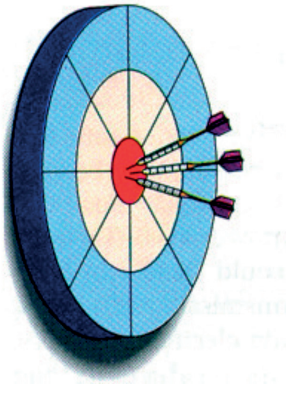
Οι Στόχοι

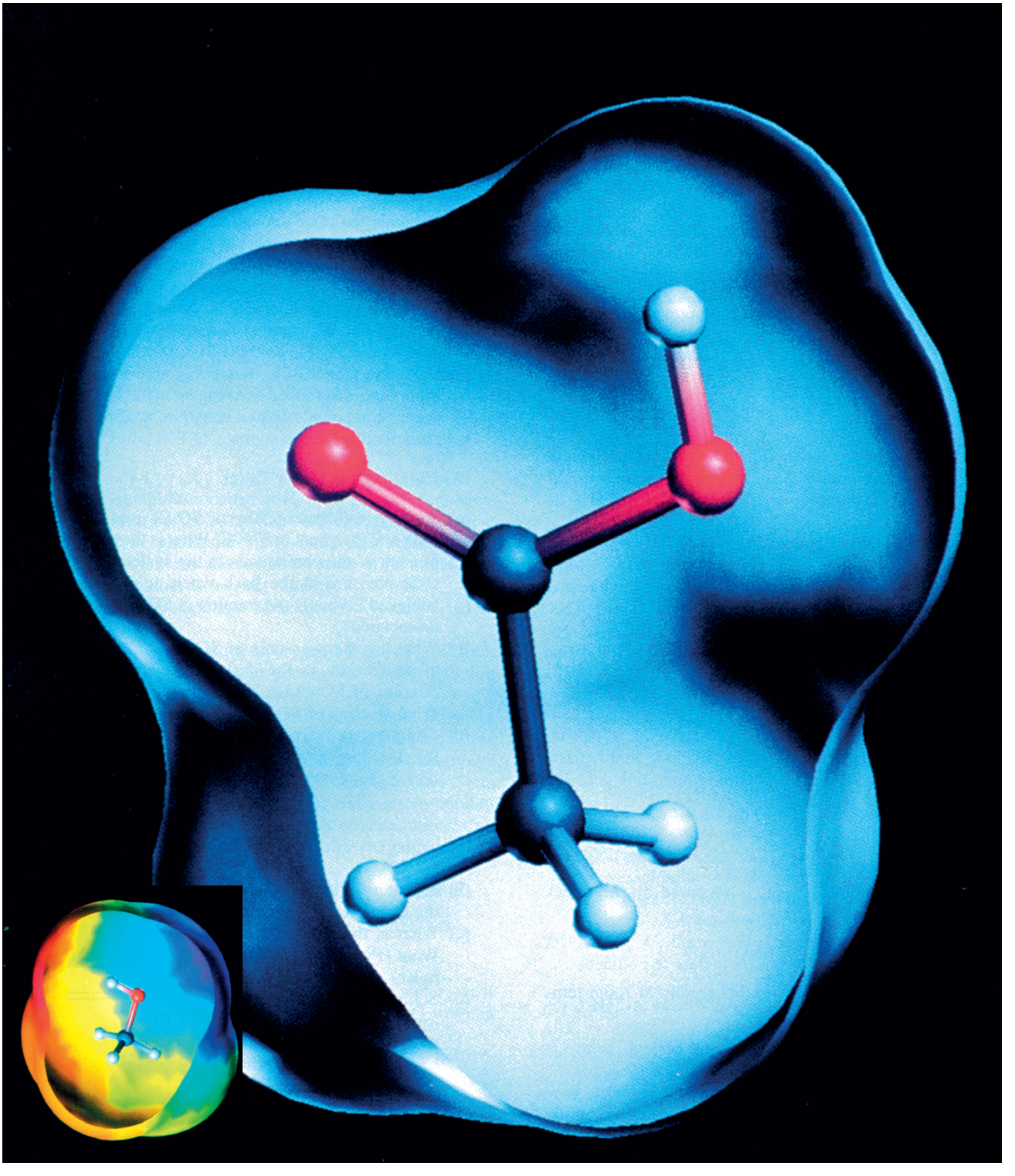
Στο τέλος της διδακτικής αυτής ενότητας θα πρέπει να μπορείς:

- Να ταξινομείς τα καρβοξυλικά οξέα σε διάφορες κατηγορίες π.χ. ανάλογα με τον αριθμό των καρβοξυλίων που περιέχουν στο μόριό τους.
- Να αναφέρεις τις σημαντικότερες παρασκευές και χημικές ιδιότητες των κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων (ειδικότερα του οξικού οξέος), γαλακτικού οξέος και βενζοϊκού οξέος, γράφοντας τις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις. Να επιλύεις προβλήματα στοιχειομετρίας που βασίζονται στις προηγούμενες χημικές εξισώσεις.
- Να εκθέτεις τις σημαντικότερες χρήσεις των παραπάνω οξέων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

3.1 Κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα-Αιθανικό οξύ
3.2 Γαλακτικό οξύ ή 2- υδροξυπροπανικό οξύ
3.3 Βενζοϊκό οξύ
Ερωτήσεις - προβλήματα





Μοριακό μοντέλο αιθανικού οξέος (CH_3COOH), όπως προκύπτει από υπολογιστή και το οποίο δείχνει την επιφάνεια του μορίου. Οι κόκκινες σφαίρες παριστάνουν τα άτομα του οξυγόνου, οι άσπρες του υδρογόνου και οι μαύρες του άνθρακα.
Πολλές φορές μάλιστα μπαίνει και χρώμα στην «επιφάνεια», ώστε να διακρίνονται οι δραστικές περιοχές του μορίου π.χ. όσο πιο έντονο είναι το κόκκινο χρώμα, τόσο πιο δραστική είναι περιοχή του μορίου. Αυτό φαίνεται στην περίπτωση του μορίου της μεθανόλης (CH_3OH) στο μικρό σχήμα.

Εισαγωγή

Σε προηγούμενα κεφάλαια αναφερθήκαμε σε οργανικές ενώσεις που παρουσιάζουν όξινο χαρακτήρα (π.χ. φαινόλες). Όμως αναμφισβήτητα τα σημαντικότερα οργανικά οξέα είναι αυτά που περιέχουν τη ρίζα ***καρβοξύλιο*** -COOH. Τα οργανικά αυτά οξέα ονομάζονται ***καρβοξυλικά οξέα***.

• *Το όνομα καρβοξύλιο για τη ρίζα -COOH προκύπτει από το όνομα των ομάδων: **καρβο**νύλιο + υδρο**ξύλιο** που συγκροτούν τη λέξη καρβοξύλιο.*

Μία από τις χαρακτηριστικές ιδιότητες των οξέων είναι η ξινή (όξινη) γεύση, από την οποία πήραν και το όνομά τους. Από τα οργανικά οξέα πολύ γνωστά είναι:

Το αιθανικό ή οξικό οξύ που βρίσκεται στο ξίδι.

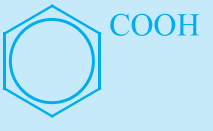
CH_3COOH

Το 2-υδροξυπροπανικό οξύ ή γαλακτικό οξύ που βρίσκεται στο γιαούρτι

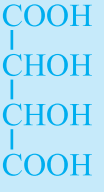
$CH_3CH(OH)COOH$

Το βενζοϊκό οξύ είναι αρωματικό οξύ και χρησιμοποιείται ως συντηρητικό τροφίμων (με τον κωδικό Ε120)

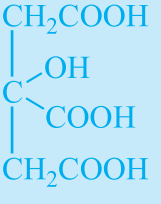
C_6H_5COOH ή



Το τρυγικό οξύ βρίσκεται στο κρασί και στα αναψυκτικά.



Το κιτρικό οξύ βρίσκεται στους χυμούς των εσπεριδοειδών και στα αναψυκτικά.



Ταξινόμηση

Τα καρβοξυλικά οξέα μπορούν να διακριθούν:

- *Σε μονοκαρβοξυλικά, δικαρβοξυλικά, τρικαρβοξυλικά κλπ,* ανάλογα με τον αριθμό των καρβοξυλίων που περιέχουν στο μόριό τους,

π.χ. CH_3COOH — αιθανικό ή οξικό οξύ (μονοκαρβοξυλικό)

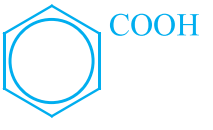
$\begin{array}{c} COOH \\ | \\ COOH \end{array}$ — αιθανοδιικό ή οξαλικό οξύ (δικαρβοξυλικό)

- *Σε κορεσμένα ή ακόρεστα* ανάλογα με τον τρόπο που συνδέονται τα άτομα του άνθρακα μεταξύ τους.

π.χ. $CH_3CH_2CH_2COOH$ βουτανικό ή βουτυρικό οξύ (κορεσμένο μονοκαρβοξυλικό) και $CH_2{=}CHCOOH$ προπενικό ή ακρυλικό οξύ (ακόρεστο μονοκαρβοξυλικό)

- *Σε αλειφατικά (άκυκλα) και αρωματικά* ανάλογα αν έχουν βεζολικό ή όχι δακτύλιο

π.χ. $CH_3CH_2CH_2COOH$ βουτανικό ή βουτυρικό οξύ, C_6H_5COOH βενζοϊκό οξύ ή



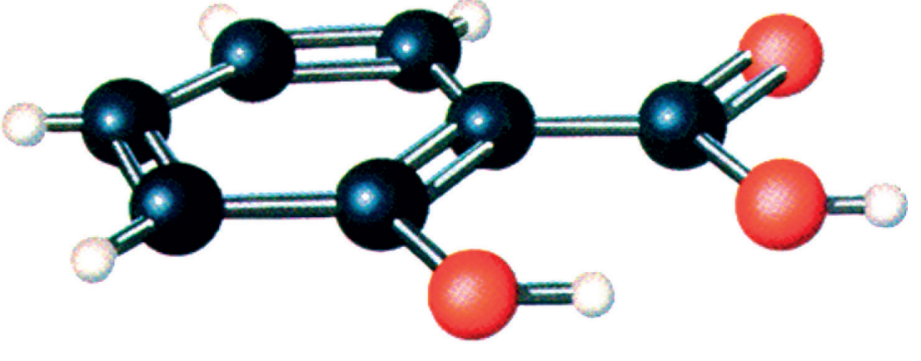
Τέλος, υπάρχουν διάφορα παράγωγα των καρβοξυλικών οξέων ανάλογα με την χαρακτηριστική ομάδα (εκτός του καρβοξυλίου) που έχουν. Παράδειγμα τέτοιων οξέων είναι τα:

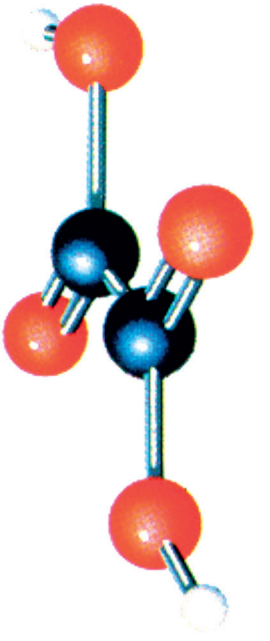
Κορεσμένα υδροξυκαρβοξυλικά οξέα, που περιέχουν υδροξύλιο:

π.χ. $\begin{array}{c} CH_3CHCOOH \\ | \\ OH \end{array}$ 2-υδροξυπροπανικό οξύ ή γαλακτικό οξύ

Αμινοξέα: π.χ. $\begin{array}{c} CH_2COOH \\ | \\ NH_2 \end{array}$ αμινοαιθανικό οξύ ή γλυκίνη

Χλωροξέα: π.χ. $\begin{array}{c} CH_2COOH \\ | \\ Cl \end{array}$ χλωροαιθανικό οξύ





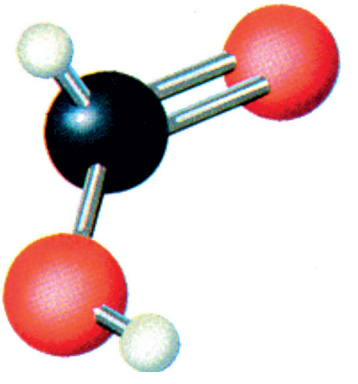
α. Το οξαλικό οξύ είναι ένα δικαρβοξυλικό οξύ

β. Η γλυκίνη είναι ένα αμινοξύ.

Μοριακά μοντέλα καρβοξυλικών οξέων

ΣΧΗΜΑ 3.1 Μοριακό μοντέλο του σαλικυλικού οξέος (αρωματικό υδροξυκαρβοξυλικό οξύ), που αποτελεί τη βάση για την παρασκευή της ασπιρίνης.

3.1. Κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα - Αιθανικό οξύ



Το απλούστερο μέλος της σειρά απαντά σε ορισμένο είδος μυρμηγκιών, εξ ου και το όνομά του.

Γενικά

Τα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα προκύπτουν θεωρητικά από τα αλκάνια, αν αντικαταστήσουμε ένα άτομο υδρογόνου με τη ρίζα καρβοξύλιο -COOH. Έχουν το γενικό τύπο:

$$C_vH_{2v+1}COOH$$

Για την ονομασία κατά IUPAC ενός οξέος δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι το άτομο άνθρακα του καρβοξυλίου αποτελεί μέρος της ανθρακικής αλυσίδας και χαρακτηρίζει την υπ' αριθμό 1 θέση αυτής. Επίσης ότι η χαρακτηριστική κατάληξη της ονομασίας για τα οξέα είναι -ικό οξύ.

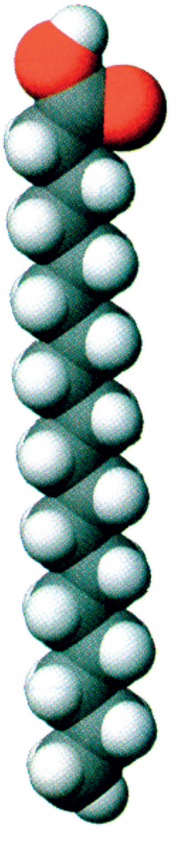
π.χ. $CH_3CH_2CH_2\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}HCOOH$ 2-μεθυλοπεντανικό οξύ

$\overset{5}{C}H_3\overset{4}{C}H_2\overset{3}{C}H_2\overset{2}{C}\underset{\underset{\overset{1}{C}OOH}{|}}{H}CH_2CH_3$ 2-αιθυλοπεντανικό οξύ

Πολλά από τα αλειφατικά καρβοξυλικά οξέα ήταν γνωστά εδώ και πολλά χρόνια γι' αυτό και έχουν ***κοινά ονόματα*** (εμπειρικά), που αναφέρονται πολλές φορές στην προέλευση τους και όχι στη χημική τους δομή. Η «εμπειρική» αυτή ονομασία είναι σε ορισμένες περιπτώσεις επίσημα αποδεκτή από την IUPAC. Τα σημαντικότερα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα αναφέρονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 3.1: Ονομασίες κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων

Τύπος	Όνομα IUPAC	Κοινό Όνομα
$HCOOH$	μεθανικό οξύ	μυρμηκικό
CH_3COOH	αιθανικό οξύ	οξικό
CH_3CH_2COOH	προπανικό οξύ	προπιονικό
$CH_3CH_2CH_2COOH$	βουτανικό οξύ	βουτυρικό
$CH_3\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{C}HCOOH$	μεθυλοπροπανικό οξύ	ισοβουτυρικό
$CH_3(CH_2)_{14}COOH$	δεκαεξανικό οξύ	παλμιτικό
$CH_3(CH_2)_{16}COOH$	δεκαοκτανικό οξύ	στεατικό



Μοριακό μοντέλο του στεατικού οξέος.

Το σημαντικότερο μέλος της σειράς είναι το αιθανικό ή οξικό οξύ (CH_3COOH), το οποίο και θα εξεταστεί αναλυτικότερα.

Παρασκευές

Βιομηχανική παρασκευή

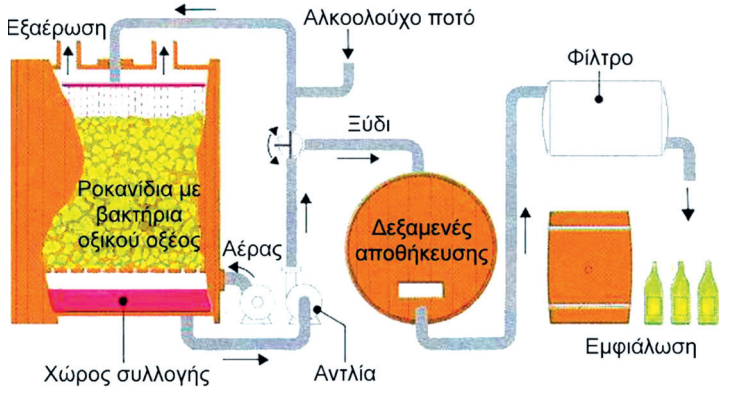
• Το «βιομηχανικό» οξικό οξύ, που αποβλέπει στη σύνθεση άλλων προϊόντων, όπως π.χ. του πολυοξικού βινυλεστέρα παρασκευάζεται
α. με καταλυτική οξείδωση αλκανίων (π.χ. βουτάνιο C_4H_{10}),
β. με καταλυτική οξείδωση ακεταλδεΰδης,

$$CH_3CHO + \tfrac{1}{2}O_2 \longrightarrow CH_3COOH$$

γ. από μεθανόλη με επίδραση CO παρουσία καταλυτών.

• Το *ξίδι* είναι διάλυμα οξικού οξέος, το οποίο παρασκευάζεται από τη ζύμωση κρασιού ή άλλου αλκοολούχου ποτού μικρής περιεκτικότητας σε οινόπνευμα (περίπου 5%-8%). Κατά τη διεργασία αυτή λαμβάνει χώρα οξείδωση της αιθυλικής αλκοόλης προς οξικό οξύ παρουσία του ενζύμου αλκοολοξειδάση.

$$\underset{\text{αιθανόλη (στο κρασί)}}{CH_3CH_2OH} + O_2 \xrightarrow{\text{αλκοολοξειδάση}} \underset{\text{οξικό οξύ (στο ξίδι)}}{CH_3COOH} + H_2O$$



ΣΧΗΜΑ 3.2
Διάταξη για τη βιομηχανική παραγωγή ξιδιού.

• *Από τα ζωικά ή φυτικά λίπη* μπορούμε με κατάλληλη διεργασία να πάρουμε τα ανώτερα μέλη της σειράς με μεγάλη καθαρότητα.

Στο εργαστήριο

• *Με οξείδωση της αιθυλικής αλκοόλης* με τα κατάλληλα οξειδωτικά μέσα.

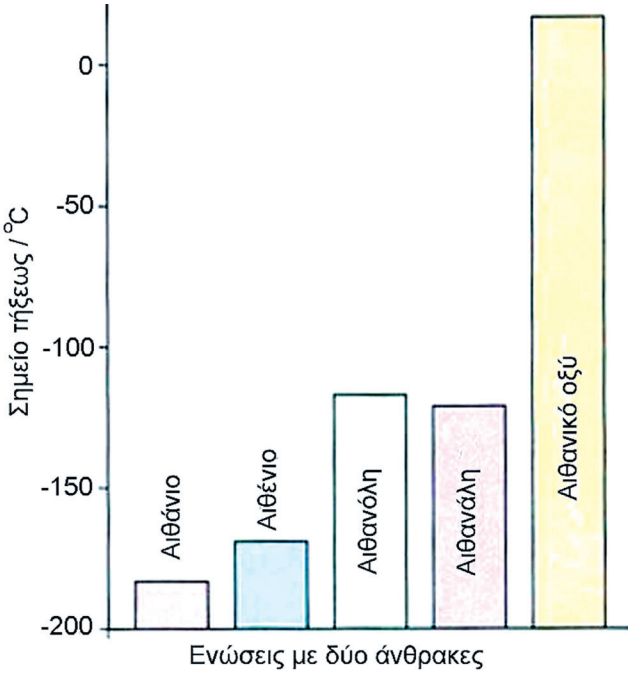
• *Με υδρόλυση του* CH_3CN (αιθανονιτρίλιο ή μεθυλοκυανίδιο). Η υδρόλυση γίνεται παρουσία οξέος ή βάσης.

Οι δύο αυτές παρασκευές οξικού οξέος μπορούν κάλλιστα να εφαρμοστούν για την παρασκευή κι άλλων κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων.

Φυσικές Ιδιότητες

Το οξικό οξύ και τα κατώτερα μέλη της ομόλογης σειράς, όπως το $HCOOH$ (μεθανικό) και CH_3CH_2COOH (προπανικό) είναι υγρά που

διαλύονται εύκολα στο νερό και έχουν χαρακτηριστική οσμή ξιδιού. Τα μέσα μέλη C_4-C_8 είναι υγρά με βαριά δυσάρεστη οσμή (το βουτυρικό οξύ μυρίζει σαν ταγγισμένο βούτυρο) και λίγο διαλυτά στο νερό. Τα ανώτερα μέλη είναι στερεά, αδιάλυτα στο νερό και άοσμα. Τα καρβοξυλικά οξέα γενικά διαλύονται στον αιθέρα και σε άλλους οργανικούς διαλύτες.



*Το άνυδρο καθαρό οξικό οξύ σε ϑ<17°C στερεοποιείται σχηματίζοντας κρυστάλλους που μοιάζουν με πάγο και φέρεται στο εμπόριο με την ονομασία **glacial**.*

Ανθρώπινος ιδρώτας και οργανικά οξέα

Το βουτανικό οξύ σε μικρή συγκέντρωση υπάρχει και στον ανθρώπινο ιδρώτα. Η οσμή του βουτανικού οξέος, που μοιάζει με αυτή του ταγγισμένου βουτύρου, γίνεται αντιληπτή από τον άνθρωπο, όταν η συγκέντρωση του βουτανικού οξέος είναι μεγαλύτερη από 10^{-11} mol/L. Η ίδια οσμή γίνεται αντιληπτή από το σκύλο, όταν είναι σε συγκέντρωση μεγαλύτερη από 10^{-17} mol/L. Σε αυτό οφείλεται η ικανότητα του σκύλου να μυρίζει από πολύ μακριά πρόσωπα που μπορεί να μη βλέπει. Κάθε άνθρωπος στον ιδρώτα του έχει ένα ειδικό μίγμα οργανικών οξέων από τη σύνθεση του οποίου προκύπτει η χαρακτηριστική οσμή του ιδρώτα του.

Χημικές Ιδιότητες

• ***Όξινος χαρακτήρας.*** Αυτός εκφράζει το σύνολο των ιδιοτήτων που οφείλονται στην ικανότητα των οξέων να δημιουργούν σε υδατικά διαλύματα κατιόντα H^+. Οι ιδιότητες αυτές των οξέων είναι :

1 Έχουν ξινή γεύση και αλλάζουν το χρώμα των δεικτών.

2 Αντιδρούν με βάσεις και βασικά οξείδια.

$$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

Γενικά $$RCOOH + NaOH \longrightarrow RCOONa + H_2O$$

$$2CH_3COOH + CaO \longrightarrow (CH_3COO)_2Ca + H_2O$$

Γενικά $$2RCOOH + CaO \longrightarrow (RCOO)_2Ca + H_2O$$

3 Διασπούν τα ανθρακικά άλατα και ελευθερώνουν CO_2 (ανίχνευση οξέων).

$$2CH_3COOH + CaO \longrightarrow (CH_3COO)_2Ca + H_2O + CO_2\uparrow$$

Γενικά $$2RCOOH + CaO \longrightarrow (RCOO)_2Ca + H_2O + CO_2\uparrow$$

4 Αντιδρούν με μέταλλα δραστικότερα από το H.

$$2CH_3COOH + Mg \longrightarrow (CH_3COO)_2Mg + H_2\uparrow$$

Γενικά $2RCOOH + Na_2CO_3 \longrightarrow 2RCOONa + H_2O + CO_2\uparrow$

• ***Εστεροποίηση***. Τα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα, όπως ήδη γνωρίζουμε, αντιδρούν με αλκοόλες σε όξινο περιβάλλον και δίνουν εστέρες π.χ.

$$CH_3CO\boxed{OH} + CH_3CH_2O\boxed{H} \rightleftharpoons CH_3COOCH_2CH_3 + H_2O$$

Χρήσεις

Το ξίδι, που χρησιμοποιούμε καθημερινά στο τραπέζι μας, είναι διάλυμα οξικού οξέος (περίπου 5% w/v). Το ξίδι χρησιμοποιείται επίσης στη βιομηχανία τροφίμων για τη συντήρηση τροφίμων (τουρσιά, ελιές κλπ.)

Το οξικό οξύ χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία ως πρώτη ύλη:

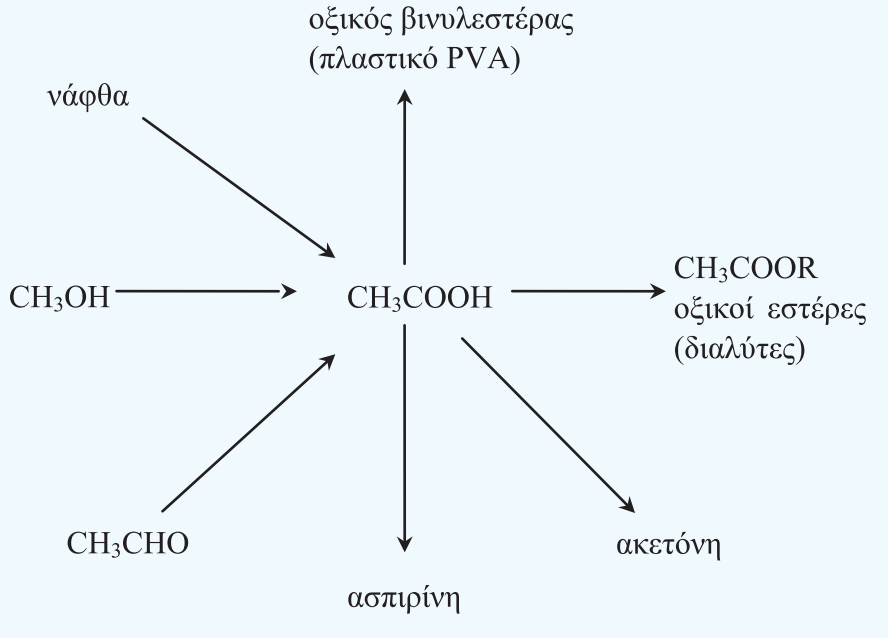
α. στη βαφική για τη στερέωση των χρωμάτων στις ίνες,

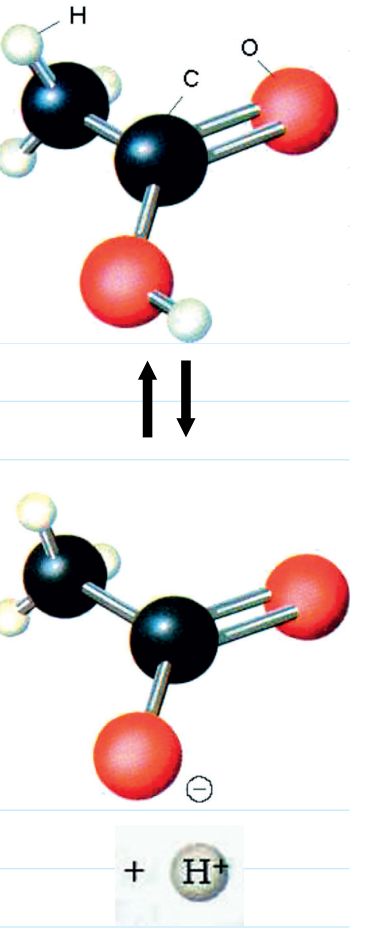
β. στην παρασκευή τεχνητής μέταξας (οξική κυτταρίνη),

γ. στη βιομηχανία φαρμάκων (ασπιρίνη) και άλλων χημικών ουσιών (ακετόνη, εστέρες κ.α.)

Στον πίνακα που ακολουθεί συνοψίζονται οι σημαντικότερες βιομηχανικές παρασκευές και χρήσεις του οξικού οξέος.

Το οξικό οξύ στη βιομηχανία





Το οξικό οξύ είναι ασθενές οξύ και ιοντίζεται μερικώς σε H^+, όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα με μοριακά μοντέλα.

• Κατά την εστεροποίηση οργανικού οξέος με αλκοόλη αντιδρά συνήθως το υδροξύλιο του οξέος. Η ρίζα που προκύπτει, αν από το RCOOH αφαιρέσουμε το υδροξύλιο, είναι το:

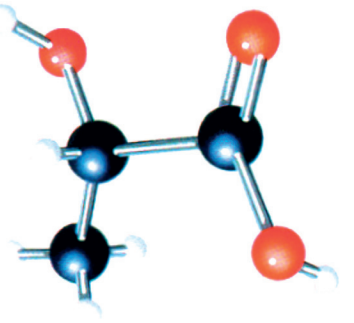
RCO- ακύλιο

Το ακύλιο του οξικού οξέος ονομάζεται ακετύλιο:

$$CH_3-\overset{|}{C}=O$$

3.2. Γαλακτικό οξύ ή 2-υδροξυπροπανικό οξύ

Το σημαντικότερο από τα κορεσμένα μονουδροξυμονοκαρβοξυλικά οξέα είναι το γαλακτικό οξύ. Το γαλακτικό οξύ είναι πολύ διαδεδομένο στη φύση. Βρίσκεται στους μυς, όπου σχηματίζεται από τη διάσπαση του γλυκογόνου. Η περιεκτικότητα των μυών σε γαλακτικό οξύ αυξάνει κατά την κίνηση κι αυτό δημιουργεί την αίσθηση της κούρασης. Κατά την ανάπαυση το γαλακτικό οξειδώνεται προς CO_2.



Μοριακό μοντέλο γαλακτικού οξέος.

Η ονομασία του σύμφωνα με την IUPAC είναι 2-υδροξυπροπανικό οξύ ή α-υδροξυπροπανικό οξύ, γιατί το άτομο του άνθρακα, το γειτονικό στο καρβοξύλιο, ονομάζεται και άλφα άτομο άνθρακα. Ο συντακτικός τύπος του οξέος είναι:

$$CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCOOH$$

• Κυανυδρινική Σύνθεση
είναι μία γενική μέθοδος παρασκευής α - υδροξυοξέων. Στη σύνθεση αυτή εφαρμόζουμε κάποιες από τις γνώσεις που ήδη έχουμε αποκτήσει. Δηλαδή, την αντίδραση προσθήκης υδροκυανίου σε καρβονυλική ένωση και την υδρόλυση νιτριλίου.

Παρασκευές

• *Με γαλακτική ζύμωση* διαφόρων σακχάρων, κυρίως γλυκόζης ή γαλακτόζης παρουσία ενζύμου που ονομάζεται *λακτάση* (βιομηχανική μέθοδος).

$$\underset{\text{γλυκόζη}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{\text{λακτάση}} \underset{\text{γαλακτικό οξύ}}{2\ CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCOOH}$$

• Η ζύμωση αυτή συντελείται κατά την παρασκευή του γιαουρτιού ή άλλων γαλακτοκομικών προϊόντων (ξινόγαλα κ.λπ.).
• *Συνθετικά* παρασκευάζεται από την αιθανάλη (ακεταλδεΰδη) με την ακόλουθη σειρά αντιδράσεων:

$$CH_3C{=}O\ (H) + HCN \longrightarrow CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCN$$

$$CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCN + 2H_2O \xrightarrow{H^+ \text{ ή } OH^-} CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCOOH + NH_3\uparrow$$

Φυσικές Ιδιότητες

Το γαλακτικό οξύ είναι άχρωμο στερεό, κρυσταλλικό, υγροσκοπικό, διαλύεται στο νερό και στο οινόπνευμα.

Χημικές Ιδιότητες

Το γαλακτικό οξύ έχει δύο χαρακτηριστικές ομάδες, το υδροξύλιο και το καρβοξύλιο. Γι' αυτό το λόγο, συνδυάζει τις ιδιότητες των καρβοξυλικών οξέων και των αλκοολών.

• *Ονομασία κατά IUPAC: 2-κετοπροπανικό οξύ*

$CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-COOH$

- ***Ιδιότητες οξέος***

1. Εξουδετέρωση

$$CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCOOH + NaOH \longrightarrow CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCOONa + H_2O$$

2. Εστεροποίηση:

$$CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCOOH + CH_3OH \longrightarrow CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCOOCH_3 + H_2O$$

γαλακτικός μεθυλεστέρας

- ***Ιδιότητες αλκοόλης***

1. Οξείδωση

Το γαλακτικό οξύ, ως δευτεροταγής αλκοόλη, οξειδώνεται προς *πυροσταφυλικό οξύ*, το οποίο είναι ένα κετονοξύ με μεγάλη βιολογική σημασία.

$$CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCOOH + [O] \longrightarrow CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-COOH + H_2O$$

πυροσταφυλικό οξύ

2. Εστεροποίηση

Αντιδρά με οξέα και δίνει εστέρες.

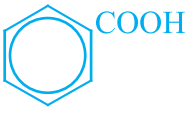
$$CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCOOH + RCOOH \rightleftharpoons CH_3\underset{\underset{OCOR}{|}}{C}HCOOH + H_2O$$

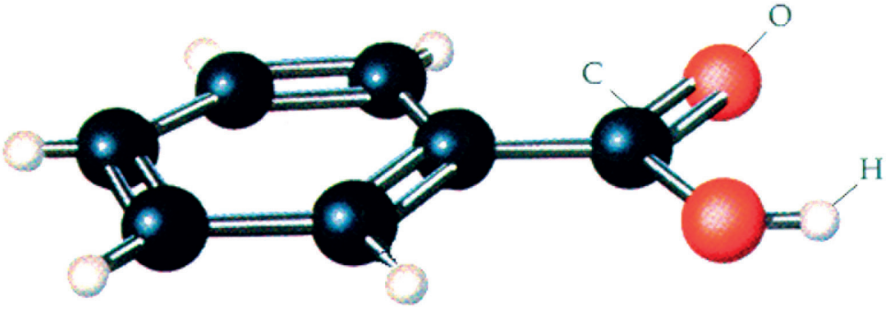
Χρήσεις

Χρησιμοποιείται στη βαφική, στη βυρσοδεψία και στη θεραπευτική ως ήπιο αντισηπτικό. Η παρασκευή γιαουρτιού στηρίζεται στη γαλακτική ζύμωση σακχάρων που περιέχονται στο γάλα. Η ξινή γεύση του γιαουρτιού οφείλεται στο γαλακτικό οξύ που περιέχεται σε αυτό.

3.3. Βενζοϊκό οξύ

Το βενζοϊκό οξύ είναι το απλούστερο αρωματικό οξύ και προκύπτει θεωρητικά αν αντικαταστήσουμε ένα υδρογόνο του βενζολίου με καρβοξύλιο. Συνεπώς έχει τον τύπο:

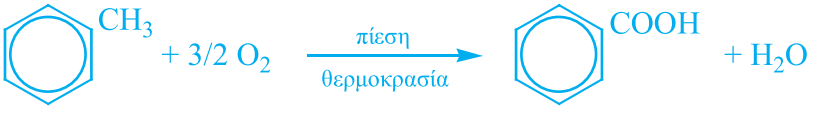
C_6H_5COOH ή 



ΣΧΗΜΑ 3.4 Μοριακό μοντέλο βενζοϊκού οξέος

Παρασκευές

Στη βιομηχανία το βενζοϊκό οξύ παρασκευάζεται με καταλυτική οξείδωση του μεθυλοβενζολίου (τολουολίου).



Το τολουόλιο, που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη, σχηματίζεται κατά την πυρόλυση κλασμάτων του πετρελαίου και κυρίως της νάφθας. Πολύ μικρότερες ποσότητες τολουόλιου απομονώνονται απ' ευθείας από λιθανθρακόπισσα.

Φυσικές Ιδιότητες

Το βενζοϊκό οξύ είναι στερεό, διαλυτό σε οργανικούς διαλύτες.

Χημικές Ιδιότητες

Το βενζοϊκό οξύ, όπως όλες οι αρωματικές ενώσεις, που έχουν χαρακτηριστική ομάδα ενωμένη με άνθρακα του δακτυλίου, παρουσιάζει δύο κατηγορίες αντιδράσεων.

- ***Αντιδράσεις δακτυλίου*** (αρωματικός χαρακτήρας). Δηλαδή, δίνει εύκολα αντιδράσεις υποκατάστασης του υδρογόνου του βενζολικού δακτυλίου.
- ***Αντιδράσεις πλευρικής ομάδας.*** Δηλαδή, στην περίπτωση του βενζοϊκού οξέος, δίνει αντιδράσεις οξέος λόγω του καρβοξυλίου.

Όξινος χαρακτήρας:

$$C_6H_5COOH + NaOH \longrightarrow C_6H_5COONa + H_2O$$

$$C_6H_5COOH + NaHCO_3 \longrightarrow C_6H_5COONa + H_2O + CO_2 \uparrow$$

$$2C_6H_5COOH + Zn \longrightarrow (C_6H_5COO)_2Zn + H_2 \uparrow$$

Εστεροποίηση:

$$C_6H_5COOH + CH_3OH \rightleftharpoons C_6H_5COOCH_3 + H_2O$$

βενζοϊκός μεθυλεστέρας

Χρήσεις

Τα μεγαλύτερα ποσά βενζοϊκού οξέος σήμερα χρησιμοποιούνται στη συντήρηση των τροφίμων και φέρεται στο εμπόριο με το κωδικό όνομα Ε210. Χρησιμοποιείται επίσης στη βιομηχανία χρωμάτων, καλλυντικών και πλαστικών.

Γνωρίζεις ότι...

Τα «Θαλασσινά» Οξέα

Το φυτοπλαγκτόν, η πρωτόγονη, μικροσκοπική αλλά τόσο ευεργετική μονάδα ζωής, παράγει εξαιρετικής βιολογικής σημασίας ουσίες όπως γλυκόζη, λιπίδια, πρωτεΐνες, οξυγόνο και τα θαλασσινά οξέα. Γενικά, τα θαλασσινά οξέα παράγονται «προνομιακά» από τους θαλασσινούς οργανισμούς. Ανάμεσά τους ξεχωρίζουν ορισμένα, όπως το εικοσι-πεντεν-ικό οξύ (με είκοσι άτομα άνθρακα και πέντε διπλούς δεσμούς) και το εικοσιδυο-εξεν-ικό οξύ (με εικοσιδύο άτομα άνθρακα και έξι διπλούς δεσμούς). Οι δεσμοί αυτοί ξεκινούν από τη θέση 3, από το τέλος του μορίου, γι' αυτό και οι ενώσεις χαρακτηρίζονται ως **ω-3 πολυακόρεστα οξέα**.

Το φυτοπλαγκτόν αποτελεί τροφή για τα μικροσκοπικά, αόρατα στο μάτι γαριδάκια, δηλαδή το ζωοπλαγκτόν, αλλά και για την άκακη φάλαινα, τα καλαμάρια και πολλά άλλα ακόμα θαλασσινά. Με τη σειρά τους, τα μικρά ψάρια τρέφονται με το ζωοπλαγκτόν και αυτά καταβροχθίζονται από τα μεγαλύτερα ψάρια. Τα οξέα αυτά, που υπάρχουν κυρίως στα ψάρια, δεν είναι δυνατό να δημιουργηθούν από τον ανθρώπινο οργανισμό, γι' αυτό εισάγονται σ' αυτόν με την τροφή. Οι ενάλιοι, δηλαδή, οργανισμοί έχουν κληρονομήσει τα ω-3 οξέα από την πανάρχαια ιστορία της ζωής, δισεκατομμύρια χρόνια πριν, τότε, που δεν υπήρχε παρά μόνο φυτοπλαγκτόν.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στη στεριά οι σπόροι, κύρια πηγή των λαδιών (σπορέλαια), περιέχουν κυρίως ω-6 ακόρεστα οξέα, ενώ τα ω-3 σπανίζουν. Τα ω-6 ακόρεστα οξέα έχουν την τάση να μετασχηματίζονται σε αραχιδονικό οξύ. Το αραχιδονικό οξύ αποτελείται από είκοσι άτομα άνθρακα και περιέχει τέσσερις διπλούς δεσμούς και, παρόλο που είναι απαραίτητο ως συστατικό της μεμβράνης των κυττάρων, έχει και δυσάρεστες παρενέργειες. Οι ουσίες που προέρχονται από αυτό, φαίνεται ότι συμβάλλουν στην αθηροσκλήρωση, στη θρόμβωση, στη ρευματική αρθρίτιδα και στο βρογχικό άσθμα.

Τα ω-3 ακόρεστα οξέα του θαλασσινού βασιλείου ανταγωνίζονται το σχηματισμό του αραχιδονικού οξέος, αναστέλλουν την παραγωγή του και των «απογόνων» ουσιών του. Το ίδιο αποτέλεσμα επιτυγχάνει η ασπιρίνη, το παλαιότερο συνθετικό φάρμακο, γνωστό από το 1895, της οποίας η αντιθρομβωτική και η παυσίπονη δράση οφείλεται στον ίδιο μηχανισμό παρεμπόδισης της ενζυματικής μετατροπής του αραχιδονικού οξέος στους «απογόνους» του.

Για τους παραπάνω λόγους οι καρδιολόγοι όλου του κόσμου συνιστούν τα λιπαρά ψάρια ως κύρια τροφή και μικρές δόσεις ασπιρίνης στους ηλικιωμένους.

Γνωρίζεις ότι...

Χημικά Πρόσθετα

Τα χημικά πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα είναι ουσίες ή μίγματα ουσιών, που διαφέρουν από τα βασικά συστατικά των τροφίμων και προστίθενται σε αυτά με σκοπό να βελτιώσουν την παραγωγή τους, την επεξεργασία τους και γενικά τη συντήρηση και την εμφάνισή τους.

Τα χημικά πρόσθετα περιλαμβάνουν πάρα πολλές ομάδες, όπως τα συντηρητικά, τα αντιοξειδωτικά, τις χρωστικές, τις αρωματικές και τις γλυκαντικές ύλες, τους γαλακτοματοποιητές, τους σταθεροποιητές, τα πηκτικά μέσα, τα μέσα οξίνισης κι άλλες.

Σε διεθνή βάση υπάρχουν διάφορα συστήματα κωδικοποίησης των προσθέτων, για να διευκολύνεται η μελέτη και η χρήση τους. Το σύστημα κωδικοποίησης, που ισχύει από το 1978 στην Ευρωπαϊκή Ένωση, δηλώνει τα συγκεκριμένα πρόσθετα με το γράμμα «Ε». Το «Ε» συνοδεύεται από κάποιο τριψήφιο αριθμό και είναι ένας κωδικός χαρακτηριστικός της κατηγορίας, στην οποία ανήκει το πρόσθετο. Αυτός ο κωδικός σημαίνει ότι το χημικό πρόσθετο έχει λάβει την έγκρισή του από την Ευρωπαϊκή Ένωση και μπορεί να χρησιμοποιηθεί νόμιμα ως «ουσία ασφαλής για τη δημόσια υγεία» σε όλα τα κράτη μέλη.

Οι έλεγχοι για την έγκριση του προσθέτου γίνονται με μία σειρά δοκιμών, κυρίως σε πειραματόζωα, και αποβλέπουν στον καθορισμό της μέγιστης ακίνδυνης δόσης για τον άνθρωπο. Αυτή ονομάζεται «αποδεκτή ημερήσια πρόσληψη» (Α.Η.Π.) για τον άνθρωπο και εκφράζεται σε γραμμάρια ανά κιλό βάρους σώματος.

Οι κατηγορίες των προσθέτων είναι:

- Ε100-Ε199 (χρωστικές)
- Ε200-Ε299 (συντηρητικά)
- Ε300-Ε399 (αντιοξειδωτικά)
- Ε400-Ε599 (γαλακτοματοποιητές, μέσα οξίνισης κ.α.)
- Ε620-Ε637 (ενισχυτικά γεύσης και αρώματος) κ.ο.κ.

Τα πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στα τρόφιμα, περιλαμβάνονται στον Κώδικα Τροφίμων και Ποτών κάθε χώρας. Σ' αυτόν αναφέρονται αναλυτικά οι ύλες που επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται (ουσίες ή μίγματα ουσιών), καθώς και οι δόσεις που είναι ασφαλείς για τον άνθρωπο σύμφωνα με τις τελευταίες επιστημονικές έρευνες.

Γνωρίζεις ότι...

Ο κατάλογος των χημικών προσθέτων περιλαμβάνει πολλά οργανικά οξέα και άλατά τους, ανά κατηγορία προσθέτων όπως είναι τα:

E260	Οξικό οξύ	CH3COOH
E262	Οξικό νάτριο	CH3COONa

Το οξικό οξύ έχει αντιμικροβιακές ιδιότητες και χρησιμοποιείται ως συντηρητικό τροφίμων. Στην αρτοποιία χρησιμοποιείται, για να εμποδίζει την ανάπτυξη μυκήτων, που προκαλούν το μούχλιασμα. Στη ζυθοποιία χρησιμοποιείται για την παραγωγή σταθερής ποιότητας μπίρας. Δεν υπάρχουν γνωστά τοξικολογικά προβλήματα από την κατανάλωσή του.

E270	γαλακτικό οξύ	$CH_3\underset{\underset{OH}{\vert}}{C}HCOOH$
E325	γαλακτικό νάτριο	$CH_3\underset{\underset{OH}{\vert}}{C}HCOONa$
E326	γαλακτικό κάλιο	$CH_3\underset{\underset{OH}{\vert}}{C}HCOOK$
E327	γαλακτικό ασβέστιο	$\left(CH_3\underset{\underset{OH}{\vert}}{C}HCOO\right)_2Ca$

Το γαλακτικό οξύ χρησιμοποιείται ως συντηρητικό στα τρόφιμα, ακόμα και για τον αρωματισμό τους και αυξάνει την αντιοξειδωτική δράση άλλων ουσιών. Τα προϊόντα που το περιέχουν, είναι πάρα πολλά, όπως η μαλακή μαργαρίνη, ποτά με διοξείδιο του άνθρακα, γάλατα βρεφών, σάλτσες για σαλάτα, συμπυκνωμένοι χυμοί ντομάτας, μαρμελάδες, κονσερβαρισμένα φρούτα κι άλλα. Στη βιολογική του δράση δεν αναφέρονται προβλήματα.

E210	Βενζοϊκό οξύ	C_6H_5COOH
E211	Βενζοϊκό νάτριο	C_6H_5COONa
E212	Βενζοϊκό κάλιο	C_6H_5COOK
E213	Βενζοϊκό ασβέστιο	$(C_6H_5COO)_2Ca$

Τα παραπάνω πρόσθετα είναι συντηρητικά, χρησιμοποιούνται σε χυμούς φρούτων, σε ανθρακούχα ποτά, σε γιαούρτια με φρούτα, σε μαργαρίνες, κ.ά.

Το βενζοϊκό οξύ και οι ενώσεις του επιβαρύνουν την κατάσταση αλλεργικών ατόμων, όπως των ασθματικών και των ευαίσθητων στην ασπιρίνη.

Ανακεφαλαίωση

1. Τα σημαντικότερα οργανικά οξέα είναι αυτά που περιέχουν τη ρίζα καρβοξύλιο (-COOH) και ονομάζονται καρβοξυλικά.
2. Οργανικά οξέα υπάρχουν: στο ξίδι, στο γιαούρτι, στο κρασί, στα αναψυκτικά, στους χυμούς των εσπεριδοειδών, στα τρόφιμα ως συντηρητικά.
3. Τα σπουδαιότερα καρβοξυλικά οξέα είναι τα μονοκαρβοξυλικά και πολλά από αυτά έχουν εμπειρική ονομασία που δείχνει την προέλευσή τους.
4. Το σπουδαιότερο μονοκαρβοξυλικό οξύ είναι το αιθανικό ή οξικό οξύ που υπάρχει στο ξίδι. Παρασκευάζεται στη βιομηχανία με οξείδωση αλκανίων ή ακεταλδεϋδης, ή με επίδραση CO σε μεθανόλη.
5. Η χαρακτηριστική ιδιότητα των κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων είναι ο όξινος χαρακτήρας, δηλαδή το σύνολο των ιδιοτήτων που οφείλονται στην ικανότητα των οξέων να δημιουργούν σε υδατικά διαλύματα κατιόντα υδρογόνου.
6. Τα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα αντιδρούν με αλκοόλες και δίνουν εστέρες.
7. Το σημαντικότερο από τα κορεσμένα μονοϋδροξυμονοκαρβοξυλικά οξέα είναι το γαλακτικό οξύ. Στη βιομηχανία παρασκευάζεται με γαλακτική ζύμωση διαφόρων σακχάρων.
8. Το γαλακτικό οξύ έχει δύο χαρακτηριστικές ομάδες. Γι' αυτό δίνει αντιδράσεις οξέος (λόγω του καρβοξυλίου) και αντιδράσεις αλκοόλης (λόγω του υδροξυλίου).
9. Το βενζοϊκό οξύ είναι το απλούστερο αρωματικό οξύ, προκύπτει θεωρητικά με υποκατάσταση ενός ατόμου υδρογόνου του βενζολίου με καρβοξύλιο.
10. Το βενζοϊκό οξύ παρουσιάζει δύο κατηγορίες αντιδράσεων. Δίνει δηλαδή τις αντιδράσεις του αρωματικού δακτυλίου, αλλά και αντιδράσεις της πλευρικής ομάδας (του καρβοξυλίου).

Λέξεις - κλειδιά

- *καρβοξύλιο*
- *οξικό οξύ*
- *όξινος χαρακτήρας*
- *εστεροποίηση*
- *γαλακτικό οξύ*
- *γαλακτική ζύμωση*
- *υδροξυοξύ*
- *βενζοϊκό οξύ*

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Ερωτήσεις Επανάληψης

1. Πώς ταξινομούνται τα οξέα ανάλογα με τον αριθμό των καρβοξυλίων που έχουν και πώς ανάλογα με τον τρόπο που συνδέονται τα άτομα της ανθρακικής αλυσίδας τους; Να δώσετε μερικά παραδείγματα.

2. Να δώσετε τους συντακτικούς τύπους τριών καρβοξυλικών οξέων που να περιέχουν και άλλη χαρακτηριστική ομάδα εκτός από το καρβοξύλιο στο μόριό τους.

3. Πώς προκύπτουν θεωρητικά τα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα;

4. Τι είναι το ξίδι και πώς παρασκευάζεται;

5. Τι είναι ο όξινος χαρακτήρας;

6. Γιατί το γαλακτικό οξύ έχει δύο κατηγορίες χημικών ιδιοτήτων;

7. Πώς προκύπτει θεωρητικά και ποιος είναι ο συντακτικός τύπος του βενζοϊκού οξέος;

8. Να αναφέρετε τις δύο κατηγορίες αντιδράσεων που δίνει το βενζοϊκό οξύ.

9. Να αναφέρετε μερικές χρήσεις του οξικού οξέος.

10. Πού χρησιμοποιούνται σήμερα τα μεγαλύτερα ποσά του βενζοϊκού οξέος;

Ασκήσεις – Προβλήματα

11. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με Σ αν είναι σωστές και με Λ αν είναι λανθασμένες.

α. Το οξικό οξύ βιομηχανικά παρασκευάζεται από οξείδωση αλκανίων της νάφθας.

β. Το οξικό οξύ είναι το ξίδι.

γ. Το βενζοϊκό οξύ έχει επτά άτομα άνθρακα στο μόριό του.

δ. Το γαλακτικό οξύ δίνει χημική αντίδραση με ένα άλλο οξύ.

Να εξηγήσετε τις απαντήσεις σας στις προτάσεις γ και δ.

12. Να δώσετε δύο μεθόδους παρασκευής του οξικού οξέος χρησιμοποιώντας ως οργανική ύλη:

α) το αιθυλένιο και β) το ακετυλένιο

13. Να συμπληρώσετε τις αντιδράσεις:

α. CH_3CN + ... → CH_3COOH + ...

β. $RCH_2OH + 2|O|$ → ..... + ...

γ. CH_3COOH + ... → $(CH_3COO)_2Ca$ + ...

δ. $C_6H_5CH_3$ + ... → C_6H_5-COOH + ...

ε. C_6H_5COOH + ... → ..... + ... + CO_2

14. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων του οξικού οξέος με:

α) βάση, β) βασικό οξείδιο, γ) ανθρακικό άλας, δ) μέταλλο δραστικότερο από το υδρογόνο.

***15.** Διαθέτουμε στο εργαστήριο ακετυλένιο και ανόργανα υλικά και θέλουμε να παρασκευάσουμε μεθάνιο. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις της παρασκευής αυτής.

Να συνδυάσετε τις αντιδράσεις των υδρογονανθράκων και των καρβοξυλικών οξέων.

***16.** Το γαλακτικό οξύ παρασκευάζεται στη βιομηχανία με γαλακτική ζύμωση διαφόρων σακχάρων και συνθετικά από την ακεταλδεΰδη. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα.

17. Το γαλακτικό, το αιθανικό και το βενζοϊκό οξύ έχουν μία κοινή χημική ιδιότητα, την εστεροποίηση. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις εστεροποίησης των οξέων αυτών με την μεθανόλη.

18. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με Σ, αν είναι σωστές και με Λ, αν είναι λανθασμένες.

α. Το γαλακτικό οξύ μπορεί να αντιδράσει με το οξικό οξύ.

β. Το βενζοϊκό οξύ μπορεί να αντιδράσει με το οξικό οξύ.

γ. Το οξικό οξύ μπορεί να αντιδράσει με χαλκό.

δ. Το γαλακτικό οξύ μπορεί να αντιδράσει με την αιθανόλη.

Να αιτιολογήσετε τις σωστές προτάσεις, δίνοντας τις σχετικές αντιδράσεις.

19. Πώς μπορείτε να διακρίνετε:

α) το βουτανικό οξύ από το 3-βουτενικό οξύ;

β) το προπανικό οξύ από τον οξικό μεθυλεστέρα;

20. Πόσα γραμμάρια οξικού οξέος και πόσα γραμμάρια υδροξειδίου του νατρίου απαιτούνται για να παρασκευαστούν 33,6 L CH_4 που μετρήθηκαν σε πρότυπες συνθήκες;

90 g - 120 g

***21.** Το ξίδι είναι ένα διάλυμα οξικού οξέος που παράγεται από την ζύμωση της αιθυλικής αλκοόλης (CH_3CH_2OH). Θέλουμε να παρασκευάσουμε ξίδι από κρασί 11,5° (αλκοολικοί βαθμοί). Να βρείτε τη μάζα του CH_3COOH που περιέχεται σε 1 L ξιδιού. Η πυκνότητα της αιθανόλης είναι ρ=0,8 g/mL. (Θεωρούμε ότι κατά τη ζύμωση δεν αλλάζει πρακτικά ο όγκος του διαλύματος.)

120 g

***22.** 30,4 g μίγματος που αποτελείται από οξικό και βενζοϊκό οξύ απαιτεί για την πλήρη εξουδετέρωσή του 16,8 g KOH. Να βρείτε τη σύσταση του μίγματος των δύο οξέων.

6 g - 24,4 g

****23.** 5,6 g αιθυλενίου αντιδρούν με νερό και παράγεται αλκοόλη που οξειδώνεται ποσοτικά προς την αντίστοιχη αλδεΰδη. Η αλδεΰδη αντιδρά με HCN, οπότε παράγεται το 2-υδροξυπροπανονιτρίλιο, το οποίο αντιδρά με το νερό σε όξινο περιβάλλον και δίνει γαλακτικό οξύ. Το γαλακτικό οξύ διαλύεται στο νερό και παίρνουμε διάλυμα μάζας 500 g.

α) Να γράψετε όλες τις αντιδράσεις που αναφέρθηκαν.

β) Να βρείτε την % w/w (κατά βάρος) περιεκτικότητα του διαλύματος του γαλακτικού οξέος.

3,6% w/w

24. Σε 1 L διαλύματος NaOH 0,2 M προσθέτουμε 6 g καθαρού CH_3COOH. Το διάλυμα που σχηματίζεται θερμαίνεται μέχρι το νερό να εξατμιστεί πλήρως και παίρνουμε στερεό υπόλειμμα Α.

α) Από τι αποτελείται το Α;

β) Πυρώνεται το Α, οπότε σχηματίζεται αέριο Β. Ποιο είναι το Β και ποιός ο όγκος του σε πρότυπες συνθήκες (STP);

2,24 L

Απαντήσεις στις ασκήσεις πολλαπλής επιλογής και σωστού λάθους

11. Σ είναι: α, γ, δ

Λ είναι: β

18. Σ είναι: α, δ

Λ είναι: β, γ

3. ΚΑΡΒΟΞΥΛΙΚΑ ΟΞΕΑ

11. Βλέπε απαντήσεις στο τέλος του κεφαλαίου.

12. α) $CH_2{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H2SO4} CH_3CH_2OH$

$CH_3CH_2OH + |O| \rightarrow CH_3CHO + H_2O$

$CH_3CHO + |O| \rightarrow CH_3COOH$

β) $HC{\equiv}CH + H_2O \xrightarrow[H2SO4]{HgSO4} CH_3CHO$

$CH_3CHO + |O| \rightarrow CH_3COOH$

13. α. $CH_3CN + 2H_2O \rightarrow CH_3COOH + NH_3\uparrow$

β. $RCH_2OH + 2|O| \rightarrow RCOOH + H_2O$

γ $2CH_3COOH + Ca(OH)_2 \rightarrow (CH_3COO)_2Ca + 2H_2O$

δ. $C_6H_5CH_3 + 3/2O_2 \xrightarrow[\Theta]{\text{πίεση}} C_6H_5COOH + H_2O$

ε. $C_6H_5COOH + NaHCO_3 \rightarrow C_6H_5COONa + H_2O + CO_2\uparrow$

14. α) $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

β) $2CH_3COOH + CaO \rightarrow (CH_3COO)_2Ca + H_2O$

γ) $2CH_3COOH + Na_2CO_3 \rightarrow 2CH_3COONa + H_2O + CO_2\uparrow$

δ) $2CH_3COOH + Mg \rightarrow (CH_3COO)_2Mg + H_2\uparrow$

15. $CH{\equiv}CH + H_2O \xrightarrow{HgSO4\ /\ H2SO4} CH_3CHO$

$CH_3CHO + |O| \rightarrow CH_3COOH$

$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

$CH_3COONa + NaOH \xrightarrow{\Theta} CH_4 + Na_2CO_3$

16. Βλέπε θεωρία σελ. 107

17. α. $CH_3CHCOOH + CH_3OH \longrightarrow CH_3CHCOOCH_3 + H_2O$

OH OH

β. $CH_3COOH + CH_3OH \longrightarrow CH_3COOCH_3 + H_2O$

γ $C_6H_5COOH + CH_3OH \longrightarrow C_6H_5COOCH_3 + H_2O$

18. Βλέπε απαντήσεις στο τέλος του κεφαλαίου.

19. α) το 3-βουτενικό οξύ είναι ακόρεστο, άρα αποχρωματίζει

το κόκκινο διάλυμα του Br_2 σε CCl_4, σε αντίθεση με το βουτανικό οξύ που δεν αντιδρά με το Br_2 αφού είναι κορεσμένο οξύ.

$$CH_2{=}CHCH_2COOH + Br_2 \xrightarrow{CCl4} CH_2\underset{Br}{C}H\underset{Br}{C}H_2COOH$$

β) Το προπανικό οξύ αντιδρά με μέταλλο δραστικότερο του υδρογόνου και από την αντίδραση εκλύεται αέριο H_2.

$$CH_3CH_2COOH + Na \rightarrow CH_3CH_2COONa + ½H_2\uparrow$$

20. 1 mol CH_4 σε STP 22,4 L

x 33,6 L ή x=1,5 mol CH_4.

$$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$$

x mol x mol x mol

$$CH_3COONa + NaOH \xrightarrow{\Theta} CH_4 + Na_2CO_3$$

x mol x mol x mol

Όμως x=1,5:

Άρα απαιτήθηκαν x mol CH_3COOH δηλαδή 1,5mol ή 1,5· 60 g = 90 g CH_3COOH και 2x mol NaOH δηλαδή 3 mol ή 3· 40 g = 120 g NaOH.

21. Αφού θεωρούμε ότι κατά τη ζύμωση δεν αλλάζει ο όγκος του διαλύματος, ο όγκος του κρασιού θα είναι 1L=1000 mL.

Στα 100 mL κρασί 11,5 mL C_2H_5OH (11,5°)

1000 mL V ή V=115 mL C_2H_5OH

Για την αιθανόλη $\rho=m/V$ ή $m=\rho\cdot V$=0,8 g/mL· 115 mL=92 g.

Για την αιθανόλη M_r=46, άρα τα 92 g είναι 92/46 mol=2 mol.

$$CH_3CH_2OH + O_2 \xrightarrow{\text{ένζυμο}} CH_3COOH + H_2O$$

2 mol ;=2 mol

Για το οξικό οξύ M_r=60, άρα τα 2 mol είναι 2· 60 g=120 g.

22. Έστω ότι το μίγμα περιέχει x mol CH_3COOH και y mol C_6H_5COOH.

Για το οξικό οξύ M_r=60 και για το C_6H_5COOH. M_r=122.

Αφού $m_{\mu\iota\gamma}$=30,4 g έχουμε ότι

$$\boxed{x\cdot 60 + y\cdot 122 = 30,4} \quad (1)$$

Από τις αντιδράσεις εξουδετέρωσης έχουμε:

$$CH_3COOH + KOH \rightarrow CH_3COOK + H_2O$$

x mol x mol

$C_6H_5COOH + KOH \rightarrow C_6H_5COOK + H_2O$

y mol y mol

Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν (x+y) mol KOH και αφού για το KOH. M_r=56, έχουμε

$\boxed{(x+y)\cdot 56=16,8}$ (2)

Λύνοντας το σύστημα των (1) και (2) έχουμε x =0,1 και y=0,2, δηλαδή το μίγμα περιέχει 0,1 60 g=6 g CH_3COOH και 0,2· 122 g= 24,4 g C_6H_5COOH.

23. Για το αιθυλένιο M_r=28 άρα n=5,6/28 mol=0,2 mol C_2H_4.

$CH_2=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H2SO4} CH_3CH_2OH$

0,2 mol ;=0,2 mol

$CH_3CH_2OH + |O| \rightarrow CH_3CHO + H_2O$

0,2 mol ;=0,2 mol

$CH_3-\underset{\underset{H}{|}}{C}=O + HCN \rightarrow CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{CHCN}$

0,2 mol ;=0,2 mol

$CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{CHCN} + 2H_2O \xrightarrow{H+} CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{CHCOOH} + NH_3$

0,2 mol ;=0,2 mol

Για το γαλακτικό οξύ: M_r = 90, δηλαδή τα 0,2 mol είναι 0,2· 90 g=18 g.

Στα 500 g διαλύματος περιέχονται 18 g

στα 100 g x ή x=3,6 g.

Άρα το διάλυμα του γαλακτικού οξέος είναι 3,6%w/w

24. Για το NaOH. c=n/V ή n=c· V=0,2 mol/L· 1 L=0,2 mol.

Για το CH_3COOH. M_r=60 άρα έχουμε 6/60 mol=0,1 mol.

Το CH_3COOH αντιδρά με το NaOH (βρίσκεται σε περίσσεια).

$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

0,1 mol ;=0,1 mol ;=0,1 mol

α) Το στερεό υπόλειμμα Α περιέχει 0,1 mol NaOH (περίσσεψε) και 0,1 mol CH_3COONa (παράχθηκε).

β) $CH_3COONa + NaOH \xrightarrow{\Theta} CH_4 + Na_2CO_3$

0,1 mol ;=0,1 mol ;=0,1 mol

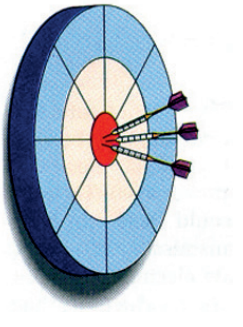
Το αέριο Β είναι το CH_4. με όγκο 0,1 mol 22,4 L/mol =
= 2,2,4 L (STP)

(4) ΒΙΟΜΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΛΛΑ ΜΟΡΙΑ

Οι Στόχοι

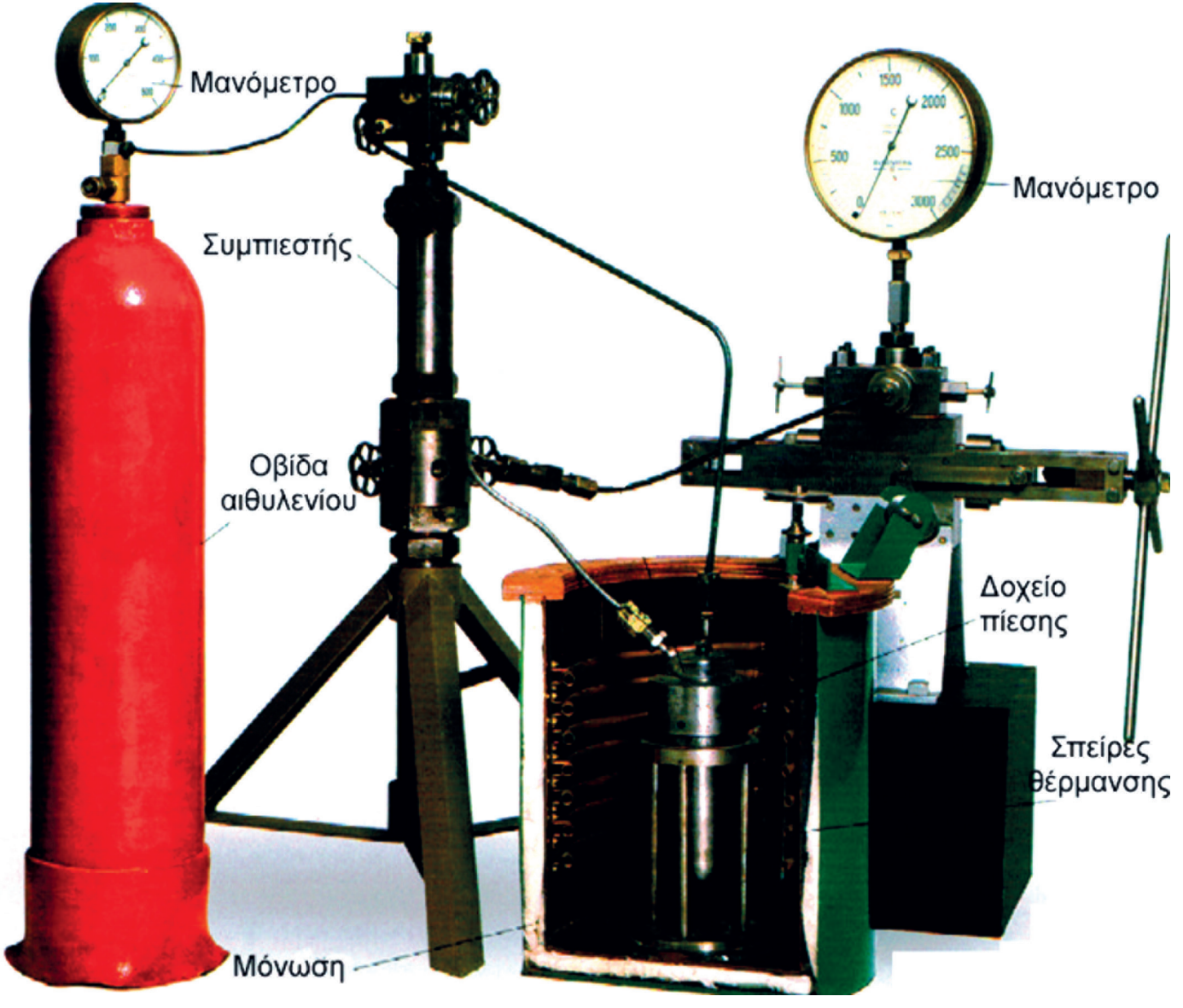
Στο τέλος της διδακτικής αυτής ενότητας θα πρέπει να μπορείς:

- Να ταξινομείς τους υδατάνθρακες σε κατηγορίες, επισημαίνοντας τις διαφορές που εμφανίζουν ανάλογα με τη χημική τους συμπεριφορά.
- Να παρουσιάζεις το βιοχημικό ρόλο και τη θρεπτική αξία των υδατανθράκων.
- Να ταξινομείς τα λίπη και έλαια σε κατηγορίες και να παρουσιάζεις το βιοχημικό τους ρόλο και τη θρεπτική τους αξία.
- Να εξηγείς την απορρυπαντική δράση των σαπουνιών και να εκθέτεις τα μειονεκτήματα και πλεονεκτήματά τους σε σχέση με τα συνθετικά απορρυπαντικά.
- Να αναφέρεις τα δομικά συστατικά των πρωτεϊνών (αμινοξέα) και να παρουσιάζεις το βιοχημικό ρόλο των πρωτεϊνών.
- Να ταξινομείς τα διάφορα είδη πρωτεϊνών ανάλογα με το λειτουργικό τους ρόλο.
- Να ταξινομείς τα πολυμερή σε κατηγορίες ανάλογα με τις ιδιότητες που έχουν.
- Να περιγράφεις τα διάφορα είδη ινών (φυσικές - συνθετικές), εκθέτοντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

4.1. Υδατάνθρακες
4.2. Λίπη -έλαια - σαπούνια- απορρυπαντική δράση
4.3. Πρωτεΐνες
4.4. Πολυμερή-πλαστικά
4.5. Υφάνσιμες ίνες
Ερωτήσεις - προβλήματα



Η ιστορική διάταξη του πειράματος για την παρασκευή του πολυαιθυλενίου το 1933 από τους Gibson και Fawcett σε συνθήκες υψηλής πίεσης. Αυτό έκανε τη μέθοδο απαγορευτική για βιομηχανική παραγωγή, ενώ παράλληλα έδινε προϊόν χαμηλής ποιότητας.
Αρκετά χρόνια μετά ήρθε η επανάσταση στη βιομηχανίας των πλαστικών από τους Ziegler και Natta οι οποίοι βελτίωσαν τη μέθοδο με χρήση καταλυτών. Το παραγόμενο πολυαιθυλένιο σήμερα έχει μεγάλη αντοχή, που μπορεί να φτάσει τα όρια του χάλυβα.

Εισαγωγή

...Το κυριότερο στη γνώση και στην επιστήμη των υλικών είναι να συνειδητοποιήσει κανείς ότι οι ιδιότητες όλων των τύπων των υλικών είναι συνέπεια της δομής τους ...
...Τώρα πια η μικροδομή και οι μακροσκοπικές ιδιότητες μπορούν να συσχετίζονται....
...Οι ιδιότητες των υλικών μπορούν πια να σχεδιάζονται και όχι απλώς να αναζητούνται από τα υπάρχοντα υλικά ...

Απόσπασμα του άρθρου "Giant molecules" από το Περιοδικό Scientific American 9-1967.

Η χημεία είναι κατά κύριο λόγο μία μοριακή επιστήμη, αφού ασχολείται με τη μελέτη των μορίων. Τα περισσότερα από τα μόρια των ενώσεων που έχουν ως τώρα αναφερθεί είναι απλά, αφού αποτελούνται από λίγα σχετικά, άτομα. Ίσως σε παράλληλες σπουδές π.χ. βιολογία, έχει αναφερθεί το DNA το οποίο είναι ένα γιγάντιο μόριο που ελέγχει την κληρονομικότητα. Υπάρχει όμως ένας μεγάλος αριθμός *φυσικών, συνθετικών* και *τεχνητών* μεγαλομορίων με τεράστια σημασία. Έτσι το *άμυλο*, η *κυτταρίνη* και οι *πρωτεΐνες* παίζουν μεγάλο ρόλο στη διαδικασία της ζωής. Από την άλλη πλευρά το *φυσικό ελαστικό* έχει μεγάλη τεχνολογική και εμπορική σημασία.

Ο άνθρωπος χρησιμοποίησε μερικές από τις φυσικές μεγαλομοριακές ενώσεις, όπως το άμυλο και τις πρωτεΐνες, από την αρχή της εμφάνισής του στον πλανήτη, εδώ και μερικές χιλιάδες χρόνια. Άρχισε να χρησιμοποιεί και άλλες τέτοιες ενώσεις, όπως ξύλο, βαμβάκι, μαλλί και ελαστικό, σχετικά πρόσφατα στην ιστορική του πορεία. Αυτά και άλλες μεγαλομοριακές ενώσεις συνεισέφεραν σημαντικά στην προώθηση του πολιτισμού ικανοποιώντας τις ανάγκες του ανθρώπου για τροφή, ένδυση και στέγη.

Ο άνθρωπος για αιώνες ήταν ευχαριστημένος χρησιμοποιώντας αυτές τις ουσίες όπως του τις προμήθευε η Φύση. Με την ανάπτυξη όμως της *δομικής θεωρίας* της οργανικής χημείας κατά τα μέσα του 19ου αιώνα, οι χημικοί άρχισαν να αναρωτιούνται τι ήταν αυτό που έδινε στα φυσικά αυτά υλικά τέτοιες ασυνήθιστες ιδιότητες. Το ξύλο, το βαμβάκι, το ελαστικό και το μετάξι έχουν, σε κυμαινόμενο βαθμό βέβαια, ιδιότητες όπως σκληρότητα, ελαστικότητα, αντοχή στον ελκυσμό, χημική αδράνεια. Αν η δομή τους μπορούσε να διευκρινιστεί ίσως οι χημικοί να ήταν σε θέση να επινοήσουν και να συνθέσουν νέα υλικά με ακόμη «καλύτερες» ιδιότητες.

Οι πρώτες έρευνες πάνω στη δομή αυτών των υλικών έδειξαν ότι αυτή η δομή ήταν απίστευτα «πολύπλοκη». Το να τα μελετήσει μάλιστα κανείς στη στερεά κατάσταση εκείνη την εποχή ήταν πολύ δύσκολο, μία και οι *υγροχημικές τεχνικές* απαιτούσαν τη διάλυσή τους, πράγμα ιδιαίτερα δύσκολο. Πήρε αρκετά χρόνια προσεκτικών ερευνών, ώστε να έλθει η απάντηση, που από πρώτη όψη φαίνεται «απλή». Εκείνο το οποίο έκανε τις ενώσεις αυτές – τόσο δύσκολες στη μελέτη τους αλλά με τόσο ενδιαφέρουσες ιδιότητες – να έχουν κοινά χαρακτηριστικά ήταν η δομή τους. Βρέθηκε ότι όλες αυτές αποτελούνται από «γιγαντιαία μόρια» με μέσες σχετικές μοριακές μάζες (μοριακά βάρη) χιλιάδες ακόμη και εκατομμύρια.

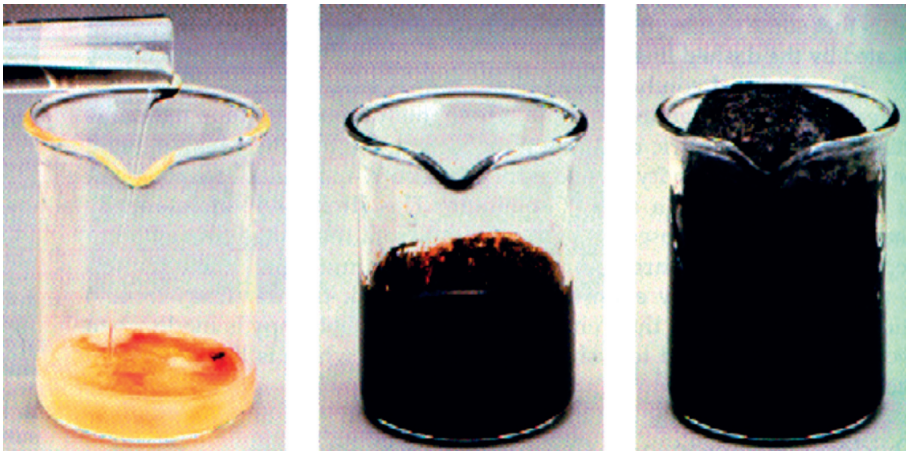
Πήρε ακόμα αρκετά χρόνια επίπονων ερευνών, ώστε να πιστοποιηθεί η δομή ορισμένων μεγαλομοριακών ενώσεων. Μετά το 1930 πάντως, οι χημικοί ανέλυσαν ένα σχετικά μεγάλο αριθμό από αυτές και άρχισαν να καταλαβαίνουν ότι αυτά τα μεγαλομόρια ήταν φτιαγ-

μένα από κάποια αρχικά, απλά «δομικά blocks» ή δομικές μονάδες. Το άμυλο π.χ. αλλά και η κυτταρίνη βρέθηκε ότι δημιουργούνται από τη συνένωση μεγάλου αριθμού μορίων γλυκόζης. Η δομική δηλαδή μονάδα τους είναι το μόριο της γλυκόζης, $C_6H_{12}O_6$. Έτσι άνοιξε ο δρόμος τόσο για την επινόηση νέων υλικών σε μίμηση και επέκταση της Φύσης όσο και για την αποκάλυψη της δομής των παλαιών και των νέων υλικών.

4.1. Υδατάνθρακες

Κατάταξη των υδατανθράκων

Η κατηγορία των ενώσεων που είναι γνωστή ως υδατάνθρακες πήρε αυτή τη γενική ονομασία από κάποιες αρχικές παρατηρήσεις που έδειχναν ότι συχνά έχουν το γενικό τύπο $C_x(H_2O)_\psi$. Θεωρήθηκαν δηλαδή «ενυδατωμένοι άνθρακες».



ΣΧΗΜΑ 4.1 Αφυδάτωση ζάχαρης με θειικό οξύ. Στη φωτογραφία φαίνεται η πλήρης απανθράκωση της ζάχαρης που δικαιολογεί το χαρακτηρισμό υδατάνθρακας.

Οι απλοί υδατάνθρακες είναι επίσης γνωστοί και ως *σάκχαρα* ή *σακχαρίτες* (από το Λατινικό saccharum = ζάχαρη), μία και έχουν γλυκιά γεύση. Στην ίδια αιτία οφείλεται και η κατάληξη ***–όζη*** στο όνομα των περισσοτέρων από αυτούς. Έτσι υπάρχουν ονόματα όπως *σακχαρόζη* για την συνηθισμένη ζάχαρη, *γλυκόζη* για το κύριο ζάχαρο του αίματος και *μαλτόζη* για το ζάχαρο της βύνης.

Μία άλλη ταξινόμηση, πιο ορθολογική αυτή την φορά, μία και αποδίδει την ή τις χαρακτηριστικές ομάδες, είναι εκείνη η οποία στηρίζεται στον ορισμό: **υδατάνθρακες είναι πολυυδροξυαλδεΰδες ή πολυυδροξυκετόνες ή καλύτερα ενώσεις που υδρολυόμενες δίνουν πολυυδροξυαλδεΰδες ή πολυυδροξυκετόνες**. Παρόλο που η διάκριση αυτή στηρίζεται στις χαρακτηριστικές ομάδες, δεν είναι πλήρως ικανοποιητική. Και αυτό διότι οι περιεχόμενες ομάδες C=O (καρβονύλιο) και -OH είναι κατά κύριο λόγο με μορφή *ημιακεταλών* ή *ακεταλών* (ή *ημικεταλών* και *κεταλών* αντίστοιχα για πολυυδροξυκετόνες).

Μία επιπλέον ταξινόμηση στηρίζεται στα προϊόντα της υδρόλυσης των υδατανθράκων. Έτσι **οι υδατάνθρακες οι οποίοι δεν υδρολύονται σε μικρότερους, απλούστερους υδατάνθρακες λέγονται μονοσακχαρίτες**. Οι υδατάνθρακες που όταν υδρολύονται δίνουν ανά μόριό τους δύο μόρια μονοσακχαριτών ονομάζονται **δισακχαρί-**

• Υπάρχουν ουσίες με έντονα γλυκιά γεύση που δεν είναι σάκχαρα, όπως τα συνθετικά γλυκαντικά σακχαρίνη και ντουλσίνη ($C_2H_5O—C_6H_5—NH—CO—NH_2$) Υδατικό διάλυμα σακχαρίνης είναι 300 φορές πιο γλυκό από διάλυμα ζάχαρης της ίδιας συγκέντρωσης.

• Μία ημιακετάλη προκύπτει με βάση την παρακάτω αντίδραση

$$RCH{=}O + HO{-}R' \rightarrow RCH(OH){-}OR'$$

• Για πολυσακχαρίτες οι οποίοι προκύπτουν από εξόζες ισχύει γενικά : ν mol $C_6H_{12}O_6$ δίνουν 1mol πολυσακχαρίτη και (ν-1) mol H_2O
π.χ. για τρισακχαρίτη (ν=3) από γλυκόζη έχουμε:
$3\ C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_{18}H_{32}O_{16} + 2H_2O$.

τες. Εκείνοι που δίνουν τρία μόρια **τρισακχαρίτες** κ.ο.κ. Υδατάνθρακες οι οποίοι υδρολυόμενοι δίνουν 2 έως 10 μόρια μονοσακχαριτών καλούνται επίσης **ολιγοσακχαρίτες**. Αν δίνουν μεγάλο (>10) αριθμό μονοσακχαριτών, χαρακτηρίζονται **πολυσακχαρίτες**.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται μερικοί συνηθισμένοι υδατάνθρακες με την ονομασία, τη δομή και την προέλευσή τους.

Όνομα	Κατηγορία	Δομή	Απαντάται
Γλυκόζη	Μονοσακχαρίτης Αλοεξόζη	$C_6H_{12}O_6$	Σε φυτά και ζώα
Φρουκτόζη	Μονοσακχαρίτης Κετοεξόζη	$C_6H_{12}O_6$	Φρούτα και μέλι
Σακχαρόζη	Δισακχαρίτης	Γλυκόζη—Φρουκτόζη	Σακχαροκάλαμο, παντζάρια
Μαλτόζη	Δισακχαρίτης	Γλυκόζη—Γλυκόζη	Βύνη
Λακτόζη	Δισακχαρίτης	Γλυκόζη—Γαλακτόζη	Γάλα
Άμυλο	Πολυσακχαρίτης	Αλυσίδα μονάδων γλυκόζης	Πατάτα, σιτάρι, αλεύρι
Κυτταρίνη	Πολυσακχαρίτης	Αλυσίδα μονάδων γλυκόζης	Ξύλο, βαμβάκι

Ένας μονοσακχαρίτης (γλυκόζη), ένας δισακχαρίτης (ζάχαρη) και ένας πολυσακχαρίτης (άμυλο-αλεύρι)

Οι υδατάνθρακες είναι το πλέον άφθονα διαδεδομένο οργανικό υλικό των φυτών. Είναι η κύρια πηγή ενέργειας των ζώντων οργανισμών (σάκχαρα και άμυλο). Πέρα από αυτό όμως, στα φυτά και σε ορισμένα ζώα χρησιμοποιούνται ως το βασικό συστατικό του σκελετικού ιστού (κυτταρίνη). Αυτή είναι η βασική αποστολή της κυτταρίνης, που βρίσκεται στο ξύλο, στο βαμβάκι, στο λινάρι.

Συναντάμε τους υδατάνθρακες σε όλες τις δραστηριότητες της καθημερινής μας ζωής. Το χαρτί αυτού του βιβλίου είναι φτιαγμένο κατά κύριο λόγο από κυτταρίνη. Το ίδιο και το βαμβάκι των ρούχων μας και το ξύλο κάθε οικοδομής. Το αλεύρι από το οποίο φτιάχνεται το ψωμί είναι κυρίως άμυλο, το οποίο επίσης είναι συστατικό πολλών τροφών, όπως η πατάτα, το ρύζι, τα φασόλια και τα μπιζέλια.

Το μέλι είναι πυκνό διάλυμα σακχάρων με κύρια τα γλυκόζη και φρουκτόζη.

Κατάταξη των μονοσακχαριτών.

Οι μονοσακχαρίτες κατατάσσονται με βάση δύο κριτήρια:
1. Τον **αριθμό των ατόμων C** που υπάρχουν στο μόριό τους και
2. Την **χαρακτηριστική ομάδα**, αν αυτή είναι αλδεΰδο- ή κέτο- ομάδα. Έτσι ένας μονοσακχαρίτης που περιέχει 3 άτομα C είναι μία *τριόζη*, 4 C μία *τετρόζη* κ.ο.κ. Σημαντικές εδώ είναι οι *εξόζες* με 6 άτομα C.

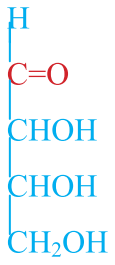
Αλδόζη είναι ένας μονοσακχαρίτης ο οποίος, πέρα των υδροξυομάδων, περιέχει και μία αλδεΰδομάδα. Αντίστοιχα, αν περιέχει μία κετονομάδα, είναι μία κετόζη. Αυτές οι δύο ταξινομήσεις συχνά συν-

• Η γλυκόζη , $C_6H_{12}O_6$, είναι μία αλδοεξόζη ενώ η ισομερής της φρουκτόζη είναι μία κετοεξόζη.

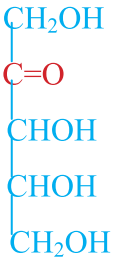
• Οι γενικότερες χημικές ιδιότητες των απλών σακχάρων είναι ένας συνδυασμός των ιδιοτήτων των αλκοολικών —OH και της καρβονυλομάδας —C=O.

Έτσι π.χ. με προσθήκη H_2 δίνουν (πολύ)αλκοόλες.

δυάζονται. Έτσι π.χ. μία αλδόζη με 4 C είναι μία *αλδοτετρόζη*. Μία κετοπεντόζη θα είναι ένας υδατάνθρακας με μία κετονομάδα και με 5 C. Με ανεπτυγμένους δομικούς ή συντακτικούς τύπους θα είναι :

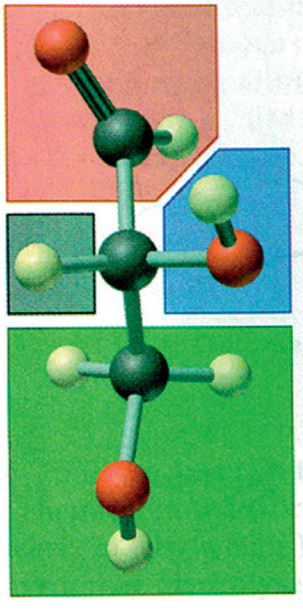


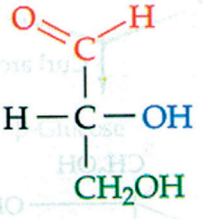
μία αλδοτετρόζη



μία κετοπεντόζη

• Άλλη μία σημαντική ιδιότητα των σακχάρων είναι ότι υφίστανται ζυμώσεις (ενζυματικές διασπάσεις). Κυριότερες είναι η γαλακτική (με προϊόν το γαλακτικό οξύ) και η αλκοολική (με προϊόν την αιθανόλη). Οι πολυσακχαρίτες γενικά δε ζυμώνονται απ' ευθείας αλλά αφού διασπασθούν πρώτα με οξέα ή ένζυμα σε απλά σάκχαρα.





D- γλυκεριναλδεΰδη

Ομάδες συνδεδεμένες με άτομα C2

1. —CHO
2. —H
3. —OH
4. —CH_2OH

ΣΧΗΜΑ 4.2 Μοριακό μοντέλο της απλούστερης αλδοτριόζης, που είναι η γλυκεριναλδεΰδη. Σ' αυτό φαίνονται οι χαρακτηριστικές ομάδες.

Αναγωγικές ιδιότητες των μονοσακχαριτών.

Από χημική σκοπιά, η κύρια ιδιότητα των μονοσακχαριτών είναι ο *αναγωγικός* χαρακτήρας τους. Αυτός οφείλεται στην παρουσία χαρακτηριστικών ομάδων που είναι γνωστές για τις αναγωγικές τους ιδιότητες, όπως π.χ. η αλδεΰδομάδα -CH=O.

Έτσι ένας αριθμός οξειδωτικών μέσων χρησιμοποιήθηκαν για την **ταυτοποίηση** των χαρακτηριστικών ομάδων των υδατανθράκων. Αυτά τα μέσα συνέβαλαν στην αποκάλυψη της δομής τους αλλά και στην **σύνθεσή** τους στο εργαστήριο. Μεταξύ αυτών σημαντικά είναι τα αντιδραστήρια των Fehling και Benedict (το οποίο είναι μία παραλλαγή του αντιδραστηρίου του Fehling) καθώς και του Tollens.

Τα αντιδραστήρια αυτά οξειδώνουν και συνεπώς δίνουν, κατά την κλασσική έκφραση, θετική αντίδραση (ή θετική δοκιμασία , test) με τις **αλδεΰδες** και τις *α-υδροξυκετόνες*. Συνεπώς, από τους υδατάνθρακες, αντιδρούν θετικά μόνο οι *αλδόζες* και οι *α-υδροξυκετόζες* (βλέπε

κεφάλαιο 2).

Τα αντιδραστήρια *Fehling και Benedict* ανάγονται προς ένα κεραμέρυθρο ίζημα από Cu_2O ($Cu^{2+} \rightarrow Cu^{+}$), όταν οξειδώνουν αλδεΰδες σε αλκαλικά διαλύματα. Οι α-υδρόξυ-κετόνες σε αλκαλικά διαλύματα μετατρέπονται σε αλδεΰδες και συνεπώς αντιδρούν και αυτές θετικά. Σχηματικά η αντίδραση είναι :

$$Cu^{2+} + \text{αλδεΰδη ή αλδόζη} \rightarrow Cu_2O + \text{προϊόντα οξείδωσης}$$

Η δημιουργία λοιπόν του κεραμέρυθρου ιζήματος είναι μία αδιάψευστη ένδειξη θετικής αντίδρασης. Στην περίπτωση του αντιδραστηρίου του Tollens σχηματίζεται το λεγόμενο *κάτοπτρο αργύρου*.

Υδατάνθρακες οι οποίοι αντιδρούν θετικά με τα παραπάνω αντιδραστήρια λέγονται και *αναγωγικά σάκχαρα* (ή ανάγοντα σάκχαρα). Τέτοια είναι όσα στην δομή τους περιέχουν αλδεϋδομάδα ή α-υδρόξυ-κετοομάδα. Υδατάνθρακες οι οποίοι δεν αντιδρούν με αυτά λέγονται *μη αναγωγικά σάκχαρα* και δεν περιέχουν τις παραπάνω ομάδες.

Τα παραπάνω επώνυμα αντιδραστήρια έχουν σημαντική διαγνωστική αξία. Μάλιστα το αντιδραστήριο του Benedict χρησιμοποιείται και για ποσοτικούς προσδιορισμούς της γλυκόζης στο αίμα και στα ούρα.

Αναγωγικές ιδιότητες παρουσιάζουν τα απλά σάκχαρα και από τους ολιγοσακχαρίτες μόνο εκείνοι οι οποίοι έχουν ελεύθερο καρβονύλιο. Το καλαμοσάκχαρο π.χ. δεν είναι *αναγόμενο σάκχαρο*. Οι πολυσακχαρίτες δεν εμφανίζουν αναγωγικές ιδιότητες.

Φωτοσύνθεση και μεταβολισμός των υδατανθράκων.

Οι υδατάνθρακες συνθέτονται στα πράσινα φυτά με την *φωτοσύνθεση*. Αυτή είναι μία πολύπλοκη διαδικασία η οποία χρησιμοποιεί την ηλιακή ενέργεια, για να ανάγει ή να δεσμεύσει το CO_2. Η συνολική αντίδραση για τη φωτοσύνθεση, σχηματικά μόνο δίνεται από την:

$$x\,CO_2 + \psi\,H_2O + \text{ηλιακή ενέργεια} \rightarrow C_x(H_2O)_\psi + x\,O_2$$

Η φωτοσύνθεση είναι ένα πολύπλοκο φαινόμενο με πολλά ενδιάμεσα στάδια στα οποία χρησιμοποιούνται ένζυμα ως καταλύτες. Έχει λοιπόν ένα πολύπλοκο μηχανισμό ο οποίος δεν έχει γίνει πλήρως κατανοητός. Γνωρίζουμε πάντως ότι η φωτοσύνθεση ξεκινά με την απορρόφηση ηλιακού φωτός από την κύρια χρωστική των φυτών, την *χλωροφύλλη*. Το πράσινο χρώμα της και η δυνατότητα που έχει απ' αυτό ν' απορροφά στην ορατή περιοχή του ηλιακού φάσματος, οφείλονται κατά κύριο λόγο στη δομή της η οποία περιλαμβάνει εκτεταμένους *συζυγιακούς δεσμούς*. Καθώς τα φωτόνια του ηλιακού φωτός δεσμεύονται ή «παγιδεύονται» από τη χλωροφύλλη, απορροφάται και αποθηκεύεται ενέργεια από το φυτό με μορφή χημικής ενέργειας πια. Η ενέργεια αυτή χρησιμοποιείται για την αντίδραση μετατροπής - αναγωγής του CO_2 προς υδατάνθρακες και οξείδωσης του νερού

• *Θερμίδες από διάφορες συνήθεις τροφές σε Kcal.*

Μήλο (μεγάλο)	*100*
Μπίρα(ποτήρι)	*115*
Κόλα (ποτήρι)	*105*
Παγωτό (κύπελλο)	*190*
Milk shake	*500*
Hamburger	*350*
Μπριζόλα χοιρινή	*1000*

προς O_2.

Οι υδατάνθρακες στα φυτά είναι η κύρια «αποθήκη» της ηλιακής ενέργειας και μέσω αυτών μεταφέρεται και στα ζώα ως τροφή. Η ενέργεια αυτή απελευθερώνεται, όταν τα ζώα ή τα φυτά *μεταβολίζουν* τους υδατάνθρακες προς CO_2 και νερό σύμφωνα με τη γενική σχηματική αντίδραση:

$$C_x(H_2O)_\psi + x\ O_2 \rightarrow x\ CO_2 + \psi\ H_2O + \text{ενέργεια}$$

Ο μεταβολισμός των υδατανθράκων είναι και αυτός με την σειρά του ένα σύνολο ενζυματικά καταλυομένων αντιδράσεων στις οποίες κάθε στάδιο-βήμα που δίνει ενέργεια (εξώθερμο ή καλύτερα *εξωεργονικό*) είναι μία οξείδωση (ο C από αριθμό οξείδωσης 0 αυξάνει προς το +4).

Παρόλο που ένα μέρος της ενέργειας η οποία απελευθερώνεται αναπόφευκτα μετατρέπεται σε θερμότητα, το μεγαλύτερο μέρος αυτής, μετατρέπεται σε μία νέα χημική μορφή. Αυτό επιτυγχάνεται με τη σύνθεση της *τριφωσφορικής αδενοσίνης* (**ATP**) από τη *διφωσφορική αδενοσίνη* (**ADP**) και ανόργανα άλατα του φωσφόρου. Η ενδοεργονική αυτή δράση παρίσταται ως:

$$ADP + P_{\text{αν.}} \rightarrow ATP - \text{ενέργεια}$$

Τα φυτά και τα ζώα χρησιμοποιούν την αποθηκευμένη ενέργεια του ATP, για να ικανοποιήσουν όλες τις διαδικασίες οι οποίες απαιτούν ενέργεια, όπως π.χ. μία μυϊκή δραστηριότητα.

Τρεις είναι οι κυριότεροι πολυσακχαρίτες που αποτελούν και οι τρεις πολυμερή της γλυκόζης: *το άμυλο, το γλυκογόνο και η κυτταρίνη*. Από αυτούς το άμυλο είναι η κύρια αποθηκευμένη τροφή στα φυτά. Το γλυκογόνο είναι η αποθηκευμένη μορφή υδατανθράκων στα ζώα. Η δε κυτταρίνη χρησιμοποιείται ως δομικό υλικό των φυτών.

• *Παρόλο που υπάρχουν μικρές διαφορές στην θερμιδομετρική αξία, 1g σακχάρων αποδίδει ≈4,0 kcal. έναντι 9,0 Kcal των λιπών .*
Συνήθως η θερμιδομετρική αξία των τροφών υπολογίζεται από την περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα, λίπη και πρωτεΐνες και από τον "κώδικα 4-4-9" σε Kcal ανά g αντίστοιχα.

4.2. Λίπη και έλαια

Εισαγωγή

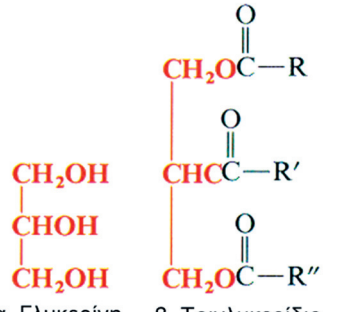
Όταν ένας ζωικός ή φυτικός ιστός εκχυλιστεί με ένα μη πολικό διαλύτη (π.χ. αιθέρα, χλωροφόρμιο, βενζόλιο ή κάποιο αλκάνιο), ένα μέρος από τον ιστό αυτό διαλύεται. Τα συστατικά αυτά, τα οποία διαλύονται σε αυτές τις συνθήκες λέγονται ***λιπίδια***.

Τα λιπίδια περιλαμβάνουν μία μεγάλη ποικιλία διαφορετικών ενώσεων όπως *καρβοξυλικά οξέα (ή λιπαρά οξέα)*, *τριεστέρες της γλυκερίνης ή τριγλυκερίδια* (ή *ουδέτερα λίπη*), *φωσφολιπίδια*, *γλυκολιπίδια*, *κηρούς*, *τερπένια*, *στεροειδή* και *προσταγλανίνες*. Στις παραγράφους που ακολουθούν θα εξεταστούν τα σημαντικότερα θέματα που αφορούν τα λίπη.

• Τα λιπίδια βλέπει κανείς ότι ορίζονται μέσα από την φυσική διαδικασία η οποία χρησιμοποιείται για την απομόνωσή τους και όχι από τη χημική δομή τους, όπως συμβαίνει στους υδατάνθρακες και στις πρωτεΐνες.

Λιπαρά οξέα και τριγλυκερίδια

Όπως είδαμε, μόνο ένα μικρό μέρος από το παραπάνω εκχύλισμα του ιστού αποτελείται από ελεύθερα καρβοξυλικά οξέα ενώ, το μεγαλύτερο μέρος είναι κυρίως εστέρες αυτών με *γλυκερίνη*, γνωστοί ως *γλυκερίδια ή τριγλυκερίδια* ή με πιο σύγχρονη ονοματολογία *γλυκερυλοαλκανοϊκοί (εστέρες)*. Τα πλέον συνήθη τριγλυκερίδια είναι εκείνα τα οποία έχουν καρβοξυλικά οξέα με μεγάλη ανθρακική αλυσίδα.



α. Γλυκερίνη β. Τριγλυκερίδιο

Τα τριγλυκερίδια αυτά είναι τα ***έλαια*** και τα ***λίπη*** φυτικής και ζωικής προέλευσης. Περιλαμβάνουν πολλές ουσίες κοινής χρήσης, όπως φυστικέλαιο, ελαιόλαδο, σογιέλαιο, αραβοσιτέλαιο, βούτυρο, λαρδί και ξύγκι. Εκείνα τα τριγλυκερίδια που είναι υγρά σε θερμοκρασία δωματίου είναι γνωστά ως *έλαια*, ενώ εκείνα που είναι στερεά ονομάζονται συνήθως *λίπη*.

Λαρδί: το "beaon"

Τα καρβοξυλικά οξέα που προκύπτουν από την *υδρόλυση* των φυσικών λιπών και ελαίων έχουν συνήθως ευθεία αλυσίδα με άρτιο αριθμό ατόμων άνθρακα. Μεταξύ αυτών κυριότερα είναι εκείνα με 14, 16 και 18 C.

Στον πίνακα 4.2 δίνονται τα συνήθη λιπαρά οξέα με τα αντίστοιχα σημεία τήξης τους (μία και αυτά κανονίζουν και τη φυσική κατάσταση των εστέρων τους).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2 Συνήθη λιπαρά οξέα και τα σ.τ. αυτών

$CH_3(CH_2)_{12}COOH$ (54 °C)	μυριστικό οξύ (δεκατετρανικό οξύ)
$CH_3(CH_2)_{14}COOH$ (63 °C)	παλμιτικό οξύ (δεκαεξανικό οξύ)
$CH_3(CH_2)_{16}COOH$ (70 °C)	στεατικό οξύ (δεκαοκτανικό οξύ)
$CH_3(CH_2)_7CH{=}CH(CH_2)_7COOH$(4 °C)	ελαϊκό οξύ (9-δεκαοκτενικό οξύ)

Σαπωνοποίηση των τριγλυκεριδίων

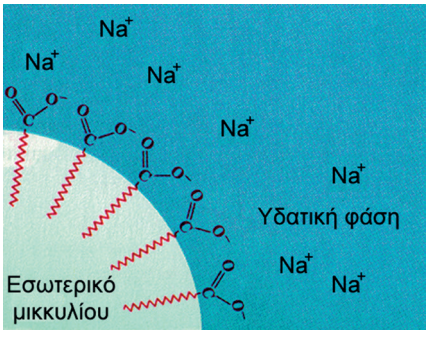
Σαπωνοποίηση των τριγλυκεριδίων είναι η υδρόλυσή τους σε αλκαλικό περιβάλλον π.χ. παρουσία NaOH ή KOH. Αυτή δίνει ως προϊόντα γλυκερίνη και ένα μίγμα αλάτων μακράς αλυσίδας καρβοξυλικών οξέων με Na ή K. Το μίγμα αυτό αποτελεί τους ***σάπωνες*** και οι αντιδράσεις σαπωνοποίησης είναι ο τρόπος με τον οποίο αυτοί παρασκευάζονται. Η αντίδραση δίνεται παρακάτω:

$$\begin{array}{l} CH_2OCOR \\ | \\ CHOCOR' \\ | \\ CH_2OCOR'' \end{array} + 3\,NaOH \rightarrow \begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ CHOH \\ | \\ CH_2OH \\ \text{γλυκερίνη} \end{array} + \begin{array}{l} RCOONa \\ \\ R'COONa \\ \\ R''COONa \\ \text{σάπωνες} \end{array}$$

Έτσι, λίπη και έλαια βράζονται σε υδατικό διάλυμα NaOH μέχρι να υδρολυθούν πλήρως. Με προσθήκη NaCl στο μίγμα καθιζάνουν οι σάπωνες (εξαλάτωση). Μετά την απομάκρυνση των σαπώνων, η γλυκερίνη διαχωρίζεται από την υδατική φάση με *απόσταξη*. Προσθήκη αρωμάτων παράγει τα αρωματικά σαπούνια. Προσθήκη άμμου Na_2CO_3 και άλλων πληρωτικών υλικών δίνει τα σκληρά σαπούνια. Αν κατά την παρασκευή διοχετευθεί αέρας, παράγονται επιπλέοντα σαπούνια (αν αυτό επιθυμεί η αγορά ...).

Απορρυπαντική δράση των σαπώνων

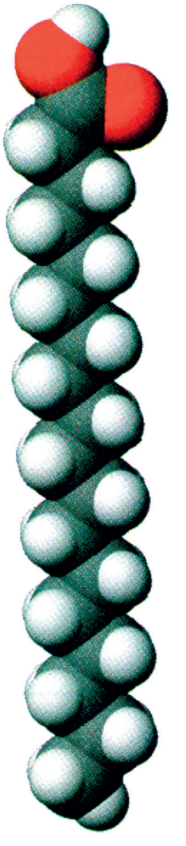
Τα σαπούνια είναι σχεδόν πλήρως αναμίξιμα -διαλυτά- με το νερό. Όμως ο μηχανισμός με τον οποίο διαλύονται είναι διαφορετικός από μία απλή διάσταση προς $RCOO^-$ και Na^+(αυτό συμβαίνει μόνο στα πολύ αραιά διαλύματα). Κατά τη διάλυσή τους τα σαπούνια σχηματίζουν ***μικκύλια*** (όπως στην περίπτωση των *κολλοειδών συστημάτων*). Τα μικκύλια των σαπώνων είναι συνήθως σφαιρικά συσσωματώματα καρβοξυλικών ιόντων τα οποία *διασπείρονται* στην υδατική φάση (σχήμα 4.3)



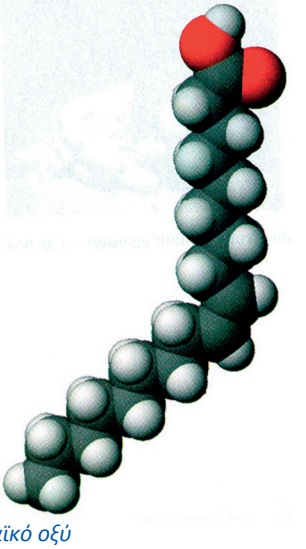
ΣΧΗΜΑ 4.3 Αιώρημα σάπωνα στο νερό.

Τα καρβοξυλικά ιόντα συνωθούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε το αρνητικό τους άκρο (άρα και το πολικό τους τμήμα) να κατευθύνεται προς την επιφάνεια του μικκυλίου, δηλαδή προς την υδατική πολική φάση.

• Στην βιομηχανία των απορρυπαντικών γενικά χρησιμοποιείται το λαουρικό οξύ (δωδεκανικό οξύ) $CH_3(CH_2)_{10}COOH$, το οποίο υπάρχει στο καρυδέλαιο (coconut oil).



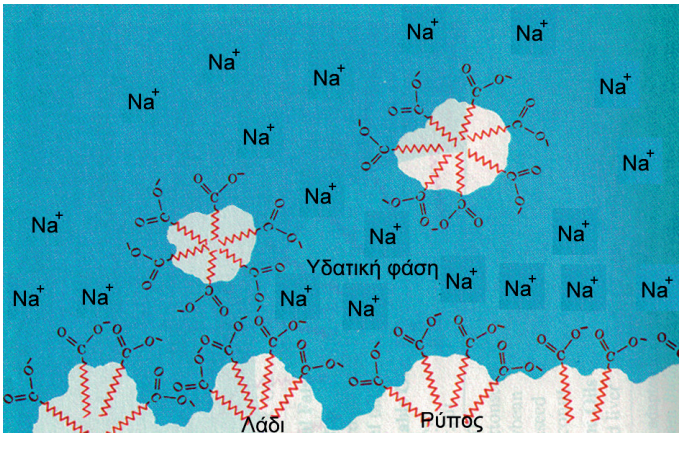
στεατικό οξύ



ελαϊκό οξύ

Αντίθετα η μη πολική ανθρακική τους αλυσίδα κατευθύνεται προς το εσωτερικό του μικκυλίου. Τα Na^+ διασπείρονται στην υδατική φάση ως μεμονωμένα, ενυδατωμένα ιόντα. Ο σχηματισμός αυτών των μικκυλίων εξηγεί το μηχανισμό της διάλυσης των σαπώνων στο νερό. Το μη πολικό τμήμα τους - άρα το ***υδρόφοβο*** - της ανθρακικής αλυσίδας παραμένει σε μη πολικό περιβάλλον, στο εσωτερικό του μικκυλίου. Το πολικό τμήμα - άρα και ***υδρόφιλο***- δηλαδή η ομάδα RCOO- κατευθύνεται προς το πολικό υδάτινο περιβάλλον. Μία και η επιφάνεια των μικκυλίων είναι αρνητικά φορτισμένη, αυτά απωθούνται και παραμένουν σε αιώρηση ή διασπορά μέσα στην υδατική φάση.

Η κύρια χρήση των σαπουνιών στηρίζεται στη λεγόμενη *απορρυπαντική τους δράση*. Ο μηχανισμός με τον οποίο αυτοί απομακρύνουν τους ρύπους είναι ανάλογος με εκείνον της διάλυσής τους. Οι περισσότερες «βρωμιές» π.χ. στο δέρμα περιβάλλονται από ένα στρώμα λίπους ή λαδιού. Τα μόρια του νερού από μόνα τους είναι ανήμπορα να διαπεράσουν αυτά τα λιπαρά σφαιρίδια, μία και δε διαπερνούν την ελαιώδη φάση. Έτσι, δεν μπορούν να διασπάσουν τον ρύπο σε μικρότερα τεμαχίδια και να τον απομακρύνουν από την επιφάνεια στην οποία αυτός έχει κολλήσει. Αντίθετα, το αιώρημα του σαπουνιού μπορεί να διαχωρίσει τη «βρωμιά» σε μικρότερα τμήματα, μια και η ανθρακική υδρόφοβη αλυσίδα μπορεί να διέλθει από την ελαιώδη επικάλυψή της. Καθώς αυτό γίνεται, κάθε μεμονωμένο σωματίδιο του ρύπου αναπτύσσει μία εξωτερική στοιβάδα καρβοξυλικών ιόντων και συνεπώς προβάλλεται προς την υδατική φάση πιο συμβατά, θα έλεγε κανείς, μέσω της πολικής αυτής ομάδας. Τα τμήματα πια του ρύπου απωθούνται λόγω του εξωτερικού φορτίου, διασπείρονται προς την υδατική φάση και παίρνουν το δρόμο προς την αποχέτευση.



ΣΧΗΜΑ 4.4 Απορρυπαντική δράση σάπωνα.

Συνθετικά απορρυπαντικά

Τα *συνθετικά απορρυπαντικά* δρουν με τον ίδιο τρόπο με τον οποίο δρουν και οι σάπωνες. Από άποψη δομής έχουν και αυτά μία μακριά, μη πολική, κορεσμένη, ανθρακική αλυσίδα με μία πολική ομάδα στο τέλος της. Οι πολικές ομάδες των περισσοτέρων συνθετι-

κών απορρυπαντικών είναι θειικοί ή, καλύτερα, σουλφονικοί εστέρες ή θειικά άλατα του Na π.χ. :

$CH_3(CH_2)_vCH_2SO_2O^-Na^+$ (αλκυλοθειικό νάτριο),

$CH_3(CH_2)_vCH_2OSO_2O^-Na^+$ (θειικοαλκυλονάτριο,άλας),

$CH_3CH_2(CH_2)vCH_2-C_6H_4-SO_2O^-Na^+$ (αλκυλβενζόλοθειικό νατριο).

Στα τυπικά απορρυπαντικά το ν έχει τιμή ίση με 10-14.

Τα συνθετικά απορρυπαντικά παρουσιάζουν ένα σημαντικό πλεονέκτημα έναντι των σαπώνων - και αυτό πέρα από το γεγονός ότι αυτά παρασκευάζονται από μη βρώσιμες ύλες -. Λειτουργούν το ίδιο καλά και σε "σκληρό νερό", το οποίο έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε ιόντα Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+} και Fe^{3+}. Αυτό συμβαίνει διότι τα άλατα των αλκυλοσουλφονικών και όξινων θειικών αλκυλίων με Ca, Mg και Fe είναι διαλυτά στο νερό και συνεπώς τα συνθετικά απορρυπαντικά παραμένουν ενεργά και σε τέτοιο περιβάλλον. Αντίθετα, τα αντίστοιχα άλατα των λιπαρών οξέων σχηματίζουν ιζήματα - τις γνωστές αποθέσεις στα είδη υγιεινής και κουζίνας - και συνεπώς απενεργοποιούνται στο σκληρό νερό.

• Ένα κοινό στερεό συνθετικό απορρυπαντικό έχει την παρακάτω μέση σύσταση:

θειικό αλκυλβενζολνάτριο	*18%*
τριπολυφωσφορικονάτριο	*50%*
αφροματοποιητή	*3%*
λαμπρυντικό	*3%*
αποκονιοτικό	*3%*
νερό και ανόργανο πληρωτικό	*20%.*

Βιολογικός ρόλος των λιπών και ελαίων

Ο κυριότερος ρόλος των λιπών στη διατροφή των θηλαστικών είναι σαν μία πηγή χημικής ενέργειας. Όταν τα γλυκερίδια αυτά μετατραπούν στον οργανισμό σε CO_2 και H_2O, δηλαδή όταν ***μεταβολιστούν,*** αποδίδουν διπλάσιο αριθμό θερμίδων ανά g από εκείνες που δίνουν τα σάκχαρα. Αυτό οφείλεται κυρίως στη μεγάλη αναλογία των δεσμών C-H ανά μόριο.

Τα γλυκερίδια είναι διανεμημένα σε όλα σχεδόν τα κύτταρα του σώματος, κυρίως όμως είναι αποθηκευμένα ως *σωματικό λίπος* σε μερικές «αποθήκες» από ειδικό συνδετικό ιστό, γνωστό με το όνομα λιπώδης ιστός. Στον ανθρώπινο οργανισμό τα τριγλυκερίδια μπορούν να συντίθενται και από τα τρία βασικά ήδη τροφών, δηλαδή τις πρωτεΐνες, τα σάκχαρα και κυρίως από τα λίπη και τα έλαια. Οι καταναλωτές στην Ευρώπη και στην Αμερική προτιμούσαν ιστορικά τα *ζωικά* λίπη (βούτυρο) τα οποία είναι στερεά, μια και η βάση τους είναι από κορεσμένα λιπαρά οξέα. Η αύξηση του πληθυσμού αλλά και η διαπίστωση ότι τα λίπη αυτά πέρα από κάποιο όριο είναι επιβλαβή, οδήγησε τόσο στην *υδρογόνωση* όσο και κύρια στην εκτεταμένη χρήση των πολυακορέστων ελαίων.

• Η παρουσία του τριπολυφωσφορικού νατρίου σε μεγάλη αναλογία στα συνθετικά απορρυπαντικά δημιούργησε το φαινόμενο του ευτροφισμού. Η προσπάθεια αντικατάστασής του με $N(CH_2COOH)_3$, νιτρίλοτριοξικό οξύ, NTA, δεν ευοδώθηκε, μια και αυτό αποδείχτηκε καρκινογόνο.

Κατά την πέψη, τα λίπη και έλαια δεν υδρολύονται στο στόμα ή στο στομάχι. Το ένζυμο *λιπάση*, το οποίο εκκρίνεται από το *πάγκρεας*, καταλύει την υδρόλυση του εστερικού δεσμού στο λεπτό έντερο. Όμως το ένζυμο είναι διαλυτό στο νερό σε αντίθεση με τα λίπη. Με τη βοήθεια όμως των χολικών αλάτων, τα οποία εκκρίνει το συκώτι, επιτυγχάνεται ο κατακερματισμός των σταγόνων των ελαίων σε ελαχιστότατα σταγονίδια, τα οποία έχουν μεγάλη επιφάνεια και επιτρέπουν το υδατοδιαλυτό ένζυμο να δράσει. Η δράση δηλαδή των χολικών αυτών αλάτων μοιάζει πολύ με εκείνη των απορρυπαντικών.

4.3. Πρωτεΐνες

Εισαγωγή

Από τα λεγόμενα *βιοπολυμερή*, τρεις είναι οι κύριες ομάδες: οι *πολυσακχαρίτες*, οι *πρωτεΐνες* και τα *πυρηνικά ή νουκλεϊνικά οξέα*. Από αυτές, όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο των υδατανθράκων, οι πολυσακχαρίτες δρουν κατά κύριο λόγο ως «αποθήκες» ενέργειας (άμυλο και γλυκογόνο) και στα φυτά ως δομικό υλικό (κυτταρίνη). Τα νουκλεϊνικά οξέα έχουν ως κύρια αποστολή την αποθήκευση και μεταφορά *πληροφοριών*. Οι πρωτεΐνες έχουν, όμως, ποικίλες αποστολές. Ως ***ένζυμα*** και ***ορμόνες*** οι πρωτεΐνες καταλύουν και ρυθμίζουν τις αντιδράσεις οι οποίες γίνονται στο ανθρώπινο σώμα. Ως ***μύες*** και ***τένοντες*** προμηθεύουν στο σώμα τα μέσα για την κίνησή του. Ως ***δέρμα*** και ***μαλλί*** του δίνουν την εξωτερική κάλυψη και προστασία. Ως ***αιμοσφαιρίνη*** μεταφέρουν όλο το απαραίτητο O_2 και στις πιο απομακρυσμένες «γωνιές» του σώματος. Σαν ***αντισώματα*** προμηθεύουν στον οργανισμό τα μέσα προστασίας από διάφορες ασθένειες. Σε συνδυασμό δε με άλλες ουσίες στα ***οστά***, του παρέχουν ένα σκελετικό σύστημα στήριξης.

• Πρωτεΐνες ή λευκώματα

Καθαρή κυτταρίνη είναι το βαμβάκι. Το μετάξι και το μαλλί είναι καθαρές πρωτεΐνες.

Με μία τόσο μεγάλη ποικιλία αρμοδιοτήτων που έχουν οι πρωτεΐνες δεν πρέπει να εκπλήσσεται κανείς από το γεγονός ότι υπάρχουν πολλές πρωτεΐνες οι όποιες διαφέρουν σε σχήμα και σε μέγεθος. Με μέτρο σύγκρισης τα περισσότερα από τα μόρια τα οποία έχουν αναφερθεί, ακόμη και οι πλέον μικρές πρωτεΐνες έχουν μεγάλες σχετικές μοριακές μάζες. Η *λυσοζύμη*, ένα ένζυμο, είναι μία σχετικά μικρή πρωτεΐνη η οποία όμως έχει σχετική μοριακή μάζα 14 600. Οι περισσότερες πρωτεΐνες έχουν σχετικές μοριακές μάζες κατά πολύ μεγαλύτερες από αυτό. Όσον αφορά το σχήμα τους, αυτό καλύπτει μία ευρεία γκάμα που ξεκινά από τις σφαιροειδείς πρωτεΐνες, όπως η αιμοσφαιρίνη, μέχρι τα ελικοειδή νημάτια της *α-κερατίνης* (τρίχα, νύχι, μαλλί) και τις φυλλοειδείς επιστρώσεις του μεταξιού.

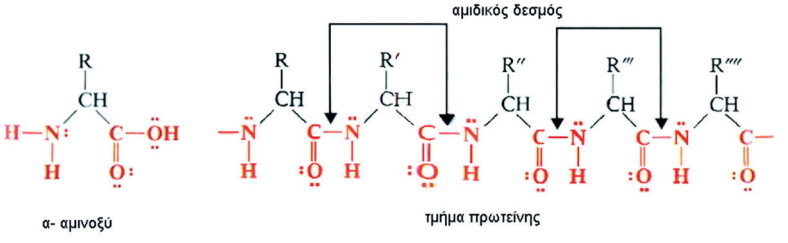
• Νηματοειδείς πρωτεΐνες όπως η κερατίνη και το γλυκογόνο. Σφαιροειδείς πρωτεΐνες όπως τα ένζυμα, η αιμοσφαιρίνη .Η διάμετρος των ενζύμων είναι περί τα 20 Å (2 nm).

Παρόλα αυτά και τις διαφορές μεγέθους, σχήματος, αποστολής, όλες οι πρωτεΐνες έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά μέσω των οποίων αποκαλύπτεται η δομή τους και αιτιολογούνται οι ιδιότητές τους.

Αμινοξέα - Πρωτεΐνες

Τα διάφορα **πολυμερή,** συνθετικά ή βιολογικά, από την άποψη του τρόπου δημιουργίας τους κατατάσσονται σε δύο ομάδες. Στην πρώτη ομάδα ανήκουν τα *πολυμερή προσθήκης*, τα οποία παράγονται

με βάση αντιδράσεις προσθήκης π.χ. το πολυαιθυλένιο από το αιθυλένιο (βλέπε πλαστικά). Στη δεύτερη ομάδα ανήκουν τα *πολυμερή συμπύκνωσης*. Αυτά τα πολυμερή, όπως δηλώνει και το όνομά τους, προκύπτουν από αντιδράσεις συμπύκνωσης. Αυτές είναι αντιδράσεις όπου τα μόρια της *μονομερούς* ουσίας ενώνονται μεταξύ τους μέσω διαμοριακών αποσπάσεων μικρών μορίων, όπως νερού ή αλκοόλης. Μεταξύ των πλέον σημαντικών πολυμερών συμπύκνωσης είναι και τα ***πολυαμίδια***. Σ' αυτά τα μονομερή είναι *α-αμινοξέα* τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με ταυτόχρονη απόσπαση H_2O και δημιουργία του *αμιδικού ή πεπτιδικού δεσμού*.



Οι πρωτεΐνες λοιπόν είναι τα σημαντικότερα βιολογικά πολυαμίδια και οι μονομερείς τους μονάδες είναι περίπου 20 διαφορετικά αμινοξέα. Ο ανθρώπινος οργανισμός προσλαμβάνει πρωτεΐνες από κάποιες τροφές και μέσω υδρόλυσης τις διασπά στις αρχικές τους μονάδες, τα αμινοξέα. Στη συνέχεια στα κύτταρά του και σε ιστούς επανασυνθέτει «ανθρώπινες» αυτήν τη φορά πρωτεΐνες.

Η ακριβής αλληλουχία των διαφόρων αμινοξέων κατά μήκος της πρωτεϊνικής αλυσίδας ονομάζεται ***πρωτογενής δομή*** της πρωτεΐνης και είναι ιδιαίτερης σημασίας για το ρόλο που αυτή θα διαδραματίσει. Για να μπορεί μία πρωτεΐνη να εκτελέσει την αποστολή της, πρέπει η πρωτογενής αυτή δομή της να είναι «ορθή». Αν αυτή είναι ορθή, τότε είναι δυνατό η πολυαμιδική αλυσίδα να κάμπτεται σε κάποιες ιδιαίτερες θέσεις ώστε να της δίνεται το σχήμα το οποίο απαιτείται για την εκτέλεση αυτή. Αυτή η κάμψη της αλυσίδας οδηγεί σε πολύ ψηλότερα επίπεδα πολυπλοκότητας, η οποία καλείται δευτερογενής και τριτογενής δομή της πρωτεΐνης.

Υδρόλυση των πρωτεϊνών με οξέα ή βάσεις δίνει ένα μίγμα των διαφόρων αμινοξέων που τις συνιστούν. Από τις φυσικές πρωτεΐνες μπορούν να προκύψουν 22 διαφορετικά αμινοξέα. Το πλέον κοινό χαρακτηριστικό αυτών είναι ότι όλα διαθέτουν την L - στερεοχημική απεικόνιση στο α- άτομο του C (πλην της *γλυκίνης* NH_2CH_2COOH).

Τα 22 αμινοξέα τα οποία προκύπτουν από την υδρόλυση των φυσικών πρωτεϊνών μπορούν να ταξινομηθούν σε 5 υποομάδες, ανάλογα με την φύση του R στο γενικό τους τύπο $NH_2CH(R)COOH$. Αυτά δίνονται στον πίνακα 4.3 στο τέλος της παραγράφου. Μόνον 20 από τα 22 αμινοξέα χρησιμοποιούνται πρακτικά από τα κύτταρα, όταν αυτά συνθέτουν πρωτεΐνες. Δύο από τα αμινοξέα συντίθενται δευτερογε-

• Ο αμιδικός δεσμός, ο οποίος συνδέει τα αμινοξέα στις πρωτεΐνες, ονομάζεται συνήθως πεπτιδικός δεσμός. Αν το προκύπτον πολυμερές έχει Mr <10 000, τότε λέγεται πολυπεπτίδιο. Αν έχει μεγαλύτερο, είναι μία πρωτεΐνη. Ο διαχωρισμός είναι αρκετά αυθαίρετος και υπάρχουν αλληλοκαλύψεις. Πρακτικά τα πολυπεπτίδια και οι πρωτεΐνες είναι πολυαμίδια.

• Οι πρωτεΐνες και τα πολυπεπτίδια γενικότερα μπορούν να παρασταθούν και μέσα από τα συντομευμένα ονόματα των αμινοξέων που τις αποτελούν. Έτσι π.χ. το διπεπτίδιο γλυκυλβαλίνη παριστάνεται ως Γλυ-Βαλ. Το διπεπτίδιο βαλιλγλυκίνη ως Βαλ-Γλυ.
Σε κάθε περίπτωση το αμινοξύ του οποίου η -COOH εμπλέκεται σε αμιδικό δεσμό μπαίνει πρώτο.

• Μία μορφή αναιμίας γνωστή ως δρεπανοκυτταρική οφείλεται στο ότι η αιμοσφαιρίνη του ασθενούς διαφέρει από την κανονική κατά 1 αμινοξύ. Το γλουταμινικό οξύ έχει αντικαταστήσει την βαλίνη.

• Ο L.Pauling πήρε το βραβείο Nobel το 1954 για τη μελέτη της σπειροειδούς δομής των πεπτιδίων.

• Η αλληλουχία των αμινοξέων στην παραγωγή των πρωτεϊνών ακολουθεί οδηγίες οι οποίες δίνονται από το γενετικό κώδικα των νουκλεϊνικών οξέων.

νώς, αφού δημιουργηθεί η πεπτιδική αλυσίδα. Η *υδρόξυπρολίνη* (παρούσα κυρίως στο κολλαγόνο) συντίθεται από την *προλίνη* και η *κυστίνη* (παρούσα στις περισσότερες των πρωτεϊνών) από την *κυστεΐνη*.

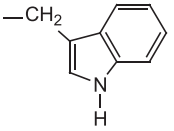
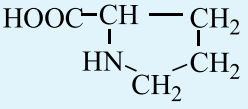
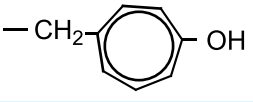
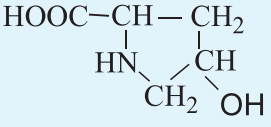
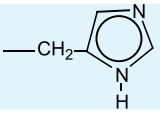
Τα αμινοξέα μπορούν να συντίθενται από όλους τους ζωντανούς οργανισμούς, ζώα και φυτά. Παρόλα αυτά, πολλά ανώτερα ζώα παρουσιάζουν αδυναμία στο να συνθέτουν όλα τα απαραίτητα αμινοξέα για τη σύνθεση των πρωτεϊνών τους. Ως εκ τούτου αυτά τα «ανώτερα» ζώα απαιτούν κάποια αμινοξέα ως μέρος της καθημερινής τους διατροφής. Για τον ενήλικα άνθρωπο υπάρχουν 8 τέτοια *απαραίτητα αμινοξέα* τα οποία και υποσημειώνονται στον πίνακα με την ένδειξη (α).

Πολλά αμινοξέα αντιδρούν με νιτρώδες οξύ, HNO_2 ή καλύτερα HONO, και δίνουν ποσοτικά αέριο N_2 (μέθοδος Van Slyke για τον ποσοτικό προσδιορισμό αμινοξέων). Βασική προϋπόθεση για θετική αντίδραση είναι να περιέχει στο μόριό του μία πρωτοταγή αμινομάδα. Έτσι το β-αμινοξύ $H_2N\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH$ θα δίνει:

$$H_2N\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH + HONO \rightarrow CH_2 = CH\text{-}COOH + N_2 + 2H_2O$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3 Τα αμινοξέα των πρωτεϊνών

Δομή του R	Όνομα	Σύντμηση
-H	Γλυκίνη	Gly
$-CH_3$	Αλανίνη	Ala
$-CH(CH_3)_2$	Βαλίνη (Α)	Val
$-CH_2CH(CH_3)_2$	Λευκίνη	Leu
$-CH(CH_3)CH_2CH_3$	Ισολευκίνη (Α)	Ile
$-CH_2-C_6H_5$	Φαινυλαλανίνη (Α)	Phe
$-CH_2CONH_2$	Ασπαριγίνη	Asn

$-CH_2CH_2CONH_2$	Γλουταμίνη	Gln
	Τριπτοφάνη (A)	Trp
 πλήρης δομή	Προλίνη	Pro
$-CH_2OH$	Σερίνη	Ser
$-CH(CH_3)OH$	Θρεονίνη	Thr
	Τυροζίνη	Tyr
 πλήρης δομή	Υδροξυπρολίνη	Hyp
$-CH_2SH$	Κυστεΐνη	Cys
$-CH_2-S$ $-CH_2-S$	Κυστίνη	Cys-Cys
$-CH_2CH_2SCH_3$	Μεθιονίνη (A)	Met
$-CH_2COOH$	Ασπαρτικό οξύ	Asp
$-CH_2CH_2COOH$	Γλουταμικό οξύ	Glu
$-(CH_2)_4NH_2$	Λυσίνη (A)	Lys
$-CH_2-CH_2-CH_2-NH-C(=NH)-NH_2$	Αργινίνη	Arg
	Ιστιδίνη	His

Ο βιοχημικός ρόλος των πρωτεϊνών.

Οι πρωτεΐνες είναι βασικά συστατικά όλων των ζωντανών κυττάρων. Διακρίνονται, από χημική σκοπιά ,από τους υδατάνθρακες και τα λίπη, μια και περιέχουν ≈16% N πέρα από τα C, H και O. Οι πρωτεΐνες έχουν ως γενική αποστολή να κατασκευάζουν και να συντηρούν ιστούς. Επίσης σχηματίζουν ένζυμα, *αντισώματα* και κάποιες *ορμόνες*. Ρυθμίζουν ορισμένες σωματικές λειτουργίες, όπως την κίνηση των υγρών, την ισορροπία οξέων-βάσεων κ.λ.π.

Οι πρωτεΐνες υδρολύονται στον οργανισμό με την επίδραση ενζύμων γνωστών ως *πρωτεολυτικά ένζυμα* ή ***πρωτεάσες***. Τα προϊόντα της υδρόλυσης αυτής ποικίλλουν ανάλογα με το είδος του ενζύμου. Έτσι οι *πρωτεϊνάσες* (π.χ. *πεψίνη)* δίνουν πεπτίδια, ενώ οι *πεπτιδάσες* αμινοξέα.

Αν το ενεργειακό ισοζύγιο ενός οργανισμού είναι αρνητικό, αυτός μπορεί να χρησιμοποιήσει και πρωτεΐνες για την παραγωγή ενέργειας πέρα από τις βασικές του "αποθήκες", που είναι οι υδατάνθρακες και τα λίπη. Η μέση ενεργειακή απόδοση των πρωτεϊνών είναι της τάξεως των 4 Kcal g^{-1}, μικρότερη δηλαδή εκείνης των λιπών και των σακχάρων. Οι πρωτεΐνες κατά το μεταβολισμό τους δεν οξειδώνονται προς CO_2 και H_2O (όπως οι υδατάνθρακες και τα λίπη) αλλά μεταπίπτουν σε *ουρία* , $CO(NH_2)_2$. Αυτό εξηγεί και τη σχετικά χαμηλή τους θερμιδομετρική απόδοση.

• Καθημερινά 20-30 g πρωτεϊνών είναι απαραίτητα στον ανθρώπινο οργανισμό για την παραγωγή των άλλων χημικών τα οποία συντηρούν τη ζωή. Πολλοί υγιεινολόγοι συνιστούν 44 g για μία μέση γυναίκα και 56 g για ένα μέσο άνδρα.

• 600 mL γάλα περιέχουν 20 g πρωτεϊνών, 1 αυγό 6 g και 1 κοτόπουλο (στήθος) 52 g.

• Η πεψίνη διασπά μόνο το 10% των πεπτιδικών δεσμών της πρωτεΐνης. Δημιουργεί έτσι πεπτίδια με σχετικές μοριακές μάζες από 300 έως 600.

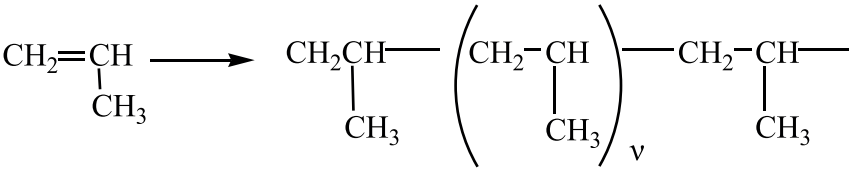
4.4. Πολυμερή («πλαστικά»)

Γενικά - κατάταξη

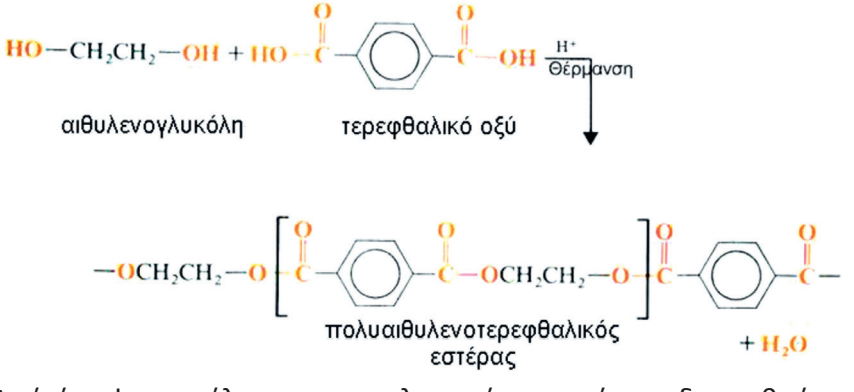
Τα πολυμερή είναι ενώσεις οι οποίες συνίστανται από πολύ μεγάλα μόρια τα οποία είναι φτιαγμένα από ένα μεγάλο αριθμό *επαναλαμβανόμενων υπομονάδων*. Η μοριακή αυτή (υπο)μονάδα, η οποία χρησιμοποιείται στη σύνθεση του πολυμερούς, ονομάζεται *μονομερές* και οι αντιδράσεις μέσω των οποίων το μονομερές ενώνεται προς το μεγαλομόριο λέγονται *αντιδράσεις πολυμερισμού*. Ο ορισμός αυτός αφορά τα λεγόμενα *πολυμερή προσθήκης*, μία και αυτά παράγονται από αντιδράσεις σύνθεσης ή προσθήκης. Μία δεύτερη περίπτωση πολυμερών είναι τα λεγόμενα *πολυμερή συμπύκνωσης* τα οποία, όπως ήδη αναφέρθηκε (βλέπε παράγραφο πρωτεϊνών) παράγονται από αντιδράσεις συμπυκνώσεως. Σ' αυτές οι μονομερείς ομάδες ενώνονται με διαμοριακή απόσπαση μικρών μορίων, όπως το H_2O.

• Ο όρος πλαστικά αφορά μία μεγάλη κατηγορία πολυμερών και δίνεται για διάκριση από συνθετικά ελαστικά και συνθετικές υφάνσιμες ίνες.

Ανάλογα λοιπόν με την αντίδραση παρασκευής τους τα πολυμερή διακρίνονται σε πολυμερή προσθήκης και συμπύκνωσης. Από ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα δίνεται παρακάτω.



Πολυμερισμός προπενίου ως παράδειγμα **πολυμερούς προσθήκης**.



Πολυμερισμός συμπύκνωσης με προϊόν πολυεστέρα.

Από άποψη προέλευσης τα πολυμερή μπορούν να διακριθούν σε πολυμερή τα οποία παράγει η φύση, τα λεγόμενα ***βιοπολυμερή*** και τα ***συνθετικά*** και τεχνητά πολυμερή. Ήδη έχουν αναφερθεί διάφορα βιοπολυμερή, όπως π.χ. τα παράγωγα της γλυκόζης (άμυλο και κυτταρίνη) καθώς και τα μετάξι και μαλλί σαν πρωτεΐνες (πολυαμίδια ή πολυπεπτίδια). Πολλά από τα συνθετικά ή τεχνητά πολυμερή, επειδή

είναι παράγωγα του εργαστηρίου και της βιομηχανίας και όχι της φύσης δεν είναι «βιοαποσυντιθέμενα» πλαστικά. Και τούτο διότι, μία και δεν τα παράγει η φύση δεν τα αναγνωρίζει και δεν έχει τον τρόπο να τα αποβάλλει ή απορροφήσει ή να τα αφομοιώσει. Βέβαια πολλά από αυτά τα υλικά είναι καύσιμα, αν και η πύρωση ή *πυρόλυσή* τους δεν είναι πάντα πρόσφορη μέθοδος απόρριψης, μία και προκαλεί σοβαρή μόλυνση του αέρα. Οι προσπάθειες τείνουν αφενός μεν στην παρασκευή βιοαποσυντιθεμένων πλαστικών, αφετέρου δε στην *ανακύκλωση* των πλαστικών απορριμμάτων.

• Φυσικό προϊόν: προϊόν το οποίο παράγει η φύση.
Συνθετικό προϊόν: προϊόν το οποίο έχει την ίδια χημική σύσταση με το φυσικό και ανάλογες ιδιότητες (απομίμηση της φύσης από τον άνθρωπο).
Τεχνητό προϊόν: δεν έχει την ίδια σύσταση με το φυσικό και βέβαια έχει διαφοροποιημένες ιδιότητες.

Ανάλογα τώρα με τη συμπεριφορά τους κατά τη θέρμανσή τους, διακρίνονται σε ***θερμοστατικά*** και ***θερμοπλαστικά***. Τα θερμοπλαστικά μαλακώνουν με τη θέρμανσή τους και μάλιστα με κατάλληλη πίεση μορφοποιούνται σε διάφορα σχήματα. Επανέρχονται δε, όταν ψυχθούν στην αρχική τους κατάσταση. Τα θερμοστατικά συνήθως σκληραίνουν με θέρμανση και δεν επανέρχονται στην αρχική τους κατάσταση, όταν ψυχθούν.

• Το πρώτο από τα θερμοστατικά πολυμερή ήταν ο κελουλοΐτης (παράγωγο της κυτταρίνης), το οποίο ανακαλύφθηκε στην προσπάθεια εύρεσης υλικού που θα αντικαθιστούσε το ελεφαντόδοντο στις μπάλες του μπιλιάρδου.

Πολυμερή προσθήκης

Από το μηχανισμό της αντίδρασης πολυμερισμού προσθήκης φαίνεται ότι οι καλύτερες πρώτες ύλες (μονομερή) είναι τα αλκένια. Έτσι πράγματι τα πρώτα και πολύ σπουδαία πολυμερή προέκυψαν από το $CH_2=CH_2$ και $CH_3CH=CH_2$ (πολυαιθυλένιο και πολυπροπυλένιο αντίστοιχα).

Το χλωροαιθένιο ή βινυλοχλωρίδιο, $CH_2=CHCl$, πολυμεριζόμενο δίνει ένα πολυμερές γνωστό ως PVC (ΠολυΒινυλοΧλωρίδιο) :

$$\nu CH_2{=}\underset{\underset{Cl}{|}}{CH} \xrightarrow{\text{καταλύτες}} (\text{-}\underset{\underset{Cl}{|}}{CH}\text{-}CH_2\text{-})_\nu$$

• Πολυαιθυλένιο μικρής πυκνότητας έχει Mr μεταξύ 50 000 και 300 000. Το μεγάλης πυκνότητας περί τα 3 000 000.

Το PVC έχει μέση σχετική μοριακή μάζα 1 500 000 και είναι ένα σκληρό και ανθεκτικό υλικό. Με την μορφή αυτή χρησιμοποιείται για την παρασκευή σωλήνων, δίσκων φωνογράφου (pick-up) κ.λ.π. Αν αναμιχθεί με εστέρες, μπορεί να γίνει πιο μαλακό (για το λόγο αυτό οι εστέρες λέμε ότι δρουν σαν πλαστικοποιητές). Το πλαστικοποιημένο PVC χρησιμοποιείται για την παρασκευή "δέρματος βινυλικού" από το οποίο κατασκευάζονται πλαστικά αδιάβροχα, πετάσματα μπάνιου (κουρτίνες) κλπ.

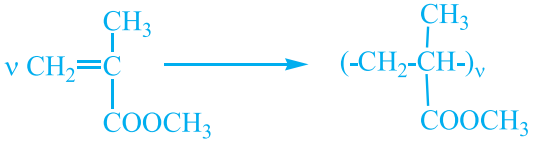
Πολυμερισμός του *ακρυλονιτριλίου*, $CH_2=CHCN$, δίνει το πολυακρυλονιτρίλιο το οποίο διαλυόμενο σε κατάλληλο διαλύτη (το διμεθυλοφορμαμίδιο) μπορεί να δώσει συνθετικές υφάνσιμες ίνες (Orlon).

$$\nu CH_2{=}\underset{\underset{CN}{|}}{CH} \xrightarrow[H_2O_2]{FeSO_4} (\text{-}\underset{\underset{CN}{|}}{CH}\text{-}CH_2\text{-})_\nu$$

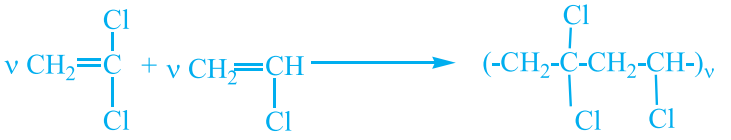
Το Teflon παράγεται από τον πολυμερισμό του τετραφθοροαιθυλενίου, $CF_2=CF_2$ παρουσία Fe^{2+}, H_2O_2 και H_2O. Το Teflon έχει σημείο τήξης 327 °C που είναι ασυνήθιστα υψηλό για πολυμερές προσθήκης. Είναι αδρανές στα χημικά αντιδραστήρια και έχει πολύ μικρό συντελεστή τριβής .

Ένα πολυμερές με εξαιρετικές οπτικές ιδιότητς παράγεται από τον πολύμερισμό του μεθακρυλικού μεθυλίου, $CH_2=CH(CH_3)COOCH_3$.

• *Οι Ziegler και Natta μοιράστηκαν το βραβείο Nobel Χημείας το 1963.*



Από τον *συμπολυμερισμό* βινυλοχλωριδίου και 1,1-διχλωρο-αιθυλενίου (βινυλιδενχλωρίδιο) παράγεται το κυριότερο υλικό κατασκευής ειδών συσκευασίας περιτυλίγματος τροφίμων:



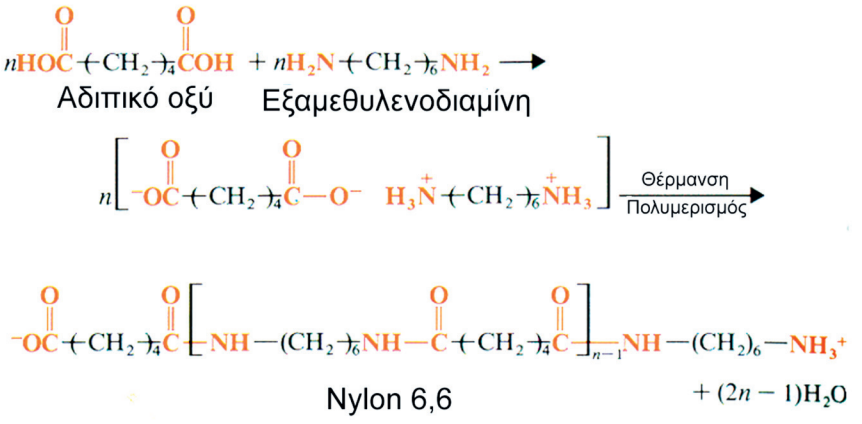
Οι ιδιότητες των πολυμερών προσθήκης όπως, η κρυσταλλική ή όχι δομή τους, το σημείο τήξης ή καλύτερα μαλάκυνσής τους, η πυκνότητα και οι μηχανικές τους ιδιότητες εξαρτώνται σε μέγιστο βαθμό από τις συνθήκες παραγωγής τους. Αυτές τελικά διαμορφώνουν την στερεοχημεία του πολυμερούς. Με τη χρήση των λεγομένων καταλυτών Ziegler–Natta είναι πλέον δυνατός ο στερεοχημικός έλεγχος του παραγόμενου πολυμερούς.

Πολυμερή συμπύκνωσης

Εκτός από τις πρωτεΐνες που αναφέρθηκαν σε προηγούμενη παράγραφο, τα πλέον σημαντικά πολυμερή συμπύκνωσης είναι τα *πολυαμίδια*, οι *πολυεστέρες* και οι *ρητίνες της φορμαλδεΰδης*.

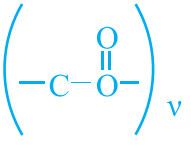
Τα πολυαμίδια $(-NH-CO-)_\nu$

Η έρευνα για ένα συνθετικό υλικό με ιδιότητες ανάλογες με εκείνες του *μεταξιού* οδήγησαν στην ανακάλυψη μίας ολόκληρης οικογένειας **συνθετικών πολυαμιδίων** γνωστών με το γενικό όνομα Nylon. Ένα από τα πιο σημαντικά Nylon είναι το Nylon 6,6. Αυτό μπορεί να παρασκευαστεί από ένα δικαρβονικό οξύ με έξι άτομα άνθρακα (το πρώτο 6 στην ονομασία), το *αδιπικό οξύ* και από μία *διαμίνη* με έξι άτομα άνθρακα (το δεύτερο 6), την *εξαμεθυλενοδιαμίνη*. Στη βιομηχανική παραγωγή αυτές οι δύο ενώσεις αντιδρούν σε ισομοριακές αναλογίες ώστε να δώσουν ένα 1:1 άλας. Στη συνέχεια το άλας αυτό (λέγεται και άλας του Nylon) θερμαίνεται στους 270 °C και σε πίεση ≈ 17 atm, οπότε πολυμερίζεται προς το πολυαμίδιο (Nylon).



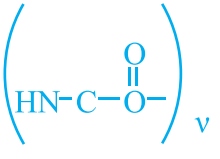
Το Nylon 6,6 το οποίο παράγεται με αυτές τις συνθήκες έχει σχετική μοριακή μάζα ≈ 10 000 και σημείο τήξης ≈ 250 °C. Όταν τακεί μπορεί να μορφοποιηθεί σε ίνες οι οποίες στη συνέχεια επιμηκύνονται μηχανικά σε μήκος 4ιο του αρχικού τους. Αυτή η επεξεργασία αυξάνει πολύ της μηχανικές του ιδιότητες.

Πολυεστέρες



Ένας από τους σπουδαιότερους πολυεστέρες είναι και ο *πολυαιθυλένοτερεφθαλικός*, ο οποίος δόθηκε ως παράδειγμα πολυμερούς συμπύκνωσης. Εκτός από την παραπάνω αντίδραση, ο πολυεστέρας αυτός μπορεί να παρασκευαστεί και με αντίδραση *μετεστεροποίησης* και μετά πολυμερισμό του νέου εστέρα. Έτσι, αρχικά θερμαίνεται (≈ 200 °C) διμέθυλο τερεφθαλικός εστέρας με περίσσεια *αιθυλένο γλυκόλης* (το γνωστό και ως αντιψυκτικό στα ψυγεία των αυτοκινήτων). Έτσι προκύπτει ο νέος εστέρας, ο οποίος στη συνέχεια πολυμερίζεται προς τον πολυαιθυλένοτερεφθαλικό πολυεστέρα. Με μορφή υφανσίμων, συνθετικών ινών είναι γνωστός με τα ονόματα Dacron και Terylene.

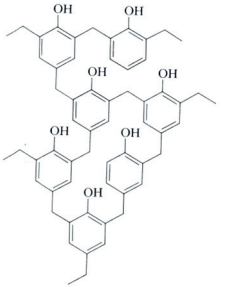
Πολυουρεθάνες



Μία ουρεθάνη παράγεται από την αντίδραση μίας αλκοόλης με ένα *ισοκυανικό ομόλογο*: R–OH + O=C=N–R′ → R–O–CO–NH–R′ (ουρεθάνη). Οι πολυουρεθάνες συνήθως παράγονται με αντίδραση μίας *διόλης* (πολυμερές με πρωτοταγείς –OH με ένα διισοκυανικό παράγωγο, το οποίο συνήθως είναι το *τολουολο-2,4-διισοκυανικό*. Προσθήκη μικρής ποσότητας νερού στο μίγμα που πολυμερίζεται προκαλεί μερική υδρόλυση του R–N=C=O προς CO_2. Αυτό δημιουργεί τον ***αφρό της πολυουρεθάνης.***

Πολυμερή φορμαλδεΰδης- φαινόλης

Ένα από τα πρώτα συνθετικά πολυμερή τα οποία παρήχθησαν ήταν και ένα πολυμερές (ή ρητίνη) γνωστό ως *βακελίτης*. Αυτός παράγεται με αντίδραση συμπύκνωσης μεταξύ φαινόλης C_6H_5OH και HCH=O με καταλύτες οξέα ή βάσεις. Το παραγόμενο πολυμερές έχει πολύ υψηλό σημείο τήξης και είναι μονωτικό του ηλεκτρισμού.



Η δομή του βακελίτη.

4.5. Υφάνσιμες ίνες

Υφάνσιμες ύλες είναι εκείνες οι οποίες με κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να μετατραπούν σε ίνες από τις οποίες παρασκευάζονται νήματα και υφάσματα. Υφάνσιμες ίνες υπάρχουν: *φυσικές* (ο αμίαντος από τις ανόργανες, βαμβάκι, λινάρι, η κάνναβη από φυτικές και το μετάξι από ζωικές), *τεχνητές* (όπως αναγεννημένη φυτική κυτταρίνη και καζεΐνη του γάλακτος ζωική), *συνθετικές* (πολυαμίδια, πολυεστέρες, κ.λ.π.)

Εκτός από τα *πλαστικά* και τα *ελαστικά* ή ελαστομερή, ο πολυμερισμός χρησιμοποιήθηκε και για την παραγωγή συνθετικών υφανσίμων ινών. Ο άνθρωπος από νωρίς χρησιμοποίησε για την ένδυσή του τις τρεις κύριες φυσικές ίνες. *Μαλλί και μετάξι*, τα οποία όπως αναφέρθηκε είναι πρωτεϊνικής δομής, και *βαμβάκι* το οποίο είναι καθαρή κυτταρίνη (υδατάνθρακας). Η μεγάλες όμως ανάγκες οδήγησαν στην έρευνα και δημιουργία συνθετικών και τεχνητών ινών, οι οποίες αποτελούν πλέον το αντικείμενο ενός μεγάλου βιομηχανικού κλάδου.

Για την παρασκευή τεχνητών υφανσίμων ινών δοκιμάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν σε γενικές γραμμές όλα τα προϊόντα πολυμερισμού. Κυρίως όμως χρησιμοποιήθηκαν *πολυαμίδια, πολυεστέρες και πολυακρυλονιτρίλια*.

Η πλέον γνωστή συνθετική ίνα είναι το Nylon 6,6, το οποίο είναι ένα **πολυαμίδιο,** όπως ήδη αναφέρθηκε. Ειπώθηκε επίσης ότι δεν υπάρχει "ένα μόνο" Nylon. Το αρχικό Nylon 6,6 μετεξελίχθη σε Nylon 10,10 στο οποίο τα μονομερή (καρβοξυλικό οξύ και αμίνη) έχουν από 10 άτομα άνθρακα. Το Nylon 6 αποδείχτηκε πάντως το πλέον πετυχημένο, το οποίο προκύπτει από ένα μόνο μονομερές με 6 άτομα C και περιέχει στο ένα άκρο του την $-COOH$ και στο άλλο την $-NH_2$.

Μετά τα πολυαμίδια η έρευνα οδήγησε στην παρασκευή ινών από **πολυεστέρες** και **ακρυλικά**. Από τους πολυεστέρες κυριότερος εκπρόσωπος είναι ο παραγόμενος από τη συμπύκνωση τερεφθαλικού οξέος με την αιθυλένογλυκόλη. Το προϊόν (Terylene, Dacron) πλησιάζει περισσότερο τις ιδιότητες του μαλλιού και σ' αυτό υπερτερεί του Nylon. Δεν έχει όμως την ελαστικότητα του τελευταίου.

Τα ακρυλικά (Orlon, Acrilan) είναι πολυμερή του ακρυλονιτριλίου και πλησιάζουν τις ιδιότητες μίας καλής ποιότητας μαλλιού. Ένα εξελιγμένο προϊόν στην κατηγορία αυτή είναι ένα *συμπολυμερές* ακρυλονιτριλίου με $CH_2=CCl_2$ του οποίου οι ιδιότητες πλησιάζουν εκείνες του μεταξιού. Επιπλέον είναι ανθεκτικό στη φλόγα και δεν αναφλέγεται.

Ίνες αναπτύχθηκαν και από τα πολυαιθυλένιο και πολυπροπυλένιο

• *Η πλέον γνωστή τεχνητή κυτταρινούχος υφάνσιμη ύλη είναι το τεχνητό μετάξι (rayon).*

• *Τεχνητό μαλλί είναι η λανιτάλη από καζεΐνη και φορμόλη.*

Η ετήσια παραγωγή των υφανσίμων συνθετικών ινών για τις αρχές της δεκαετίας του '90 είναι περίπου 45 000 000 τόνοι. Οι πολυεστέρες είναι το 40%, τα Nylon το 35 % και τα ακρυλικά το υπόλοιπο.

για ειδικότερες χρήσεις. Γενικότερα οι τεχνητές ίνες έχουν το πλεονέκτημα να παρουσιάζουν *εξειδικευμένες ιδιότητες*, οι οποίες καλύπτουν ευρύ φάσμα αναγκών. Αυτό ίσως είναι και το κυριότερο πλεονέκτημά τους έναντι των φυσικών ινών.

Όπως καταλαβαίνει κανείς, οι διαφορές των υφανσίμων υλών και ινών θα πηγάζουν από τις διαφορές στη χημική τους σύσταση. Έτσι π.χ. το μετάξι είναι πρωτεϊνικής φύσης, ενώ το τεχνητό μετάξι (rayon) είναι υδατάνθρακας. Το μαλλί είναι ζωική πρωτεΐνη, ενώ η λανιτάλη ξεκινά από πρωτεΐνη γάλακτος. Το βαμβάκι είναι καθαρή κυτταρίνη (υδατάνθρακας), ενώ το terylene πολυεστέρας. Οι φυσικές ίνες απορροφούν νερό (όπως ιδρώτα) σε γενικές γραμμές ευκολότερα από τις συνθετικές και συνεπώς μπορούν να βαφούν και να φινιριστούν με τη βοήθεια ουσιών διαλυτών στο νερό. Αντίθετα, οι συνθετικές επειδή δεν προσροφούν νερό, απαιτούν πολυπλοκότερες επεξεργασίες και ακριβότερα υλικά. Επίσης, οι φυσικές ίνες αντέχουν σε υψηλότερες θερμοκρασίες από τις συνθετικές και δε διαλύονται σε πολλούς οργανικούς διαλύτες πράγμα το οποίο διευκολύνει το λεγόμενο στεγνό καθάρισμα.

Γνωρίζεις ότι...

Προϊόντα από πολυαιθυλένιο

Η ανακάλυψη του πολυαιθυλενίου

Χωρίς καμιά αμφιβολία το πιο πετυχημένο πολυμερές από αυτά που αναπτύχθηκαν τη δεκαετία του '30 ήταν το πολυαιθυλένιο. Η ανακάλυψή του ήταν τυχαία και έγινε στα πλαίσια ενός προγράμματος βασικής έρευνας στα εργαστήρια της βιομηχανίας ICI στην Αγγλία.

Ως τις αρχές του 1930 δεν είχαν γίνει πολλές έρευνες γύρω από την επίδραση υψηλών πιέσεων πάνω στις χημικές αντιδράσεις. Η ICI αποφάσισε να κάνει μία βασική έρευνα αντιδράσεων υπό πίεση 1000 atm για να «δει τι θα γίνει». Έτσι το 1933 οι Dr. Gibson και Fawcett άρχισαν να μελετούν την αντίδραση μεταξύ αιθυλενίου και βενζαλδεΰδης περιμένοντας το σχηματισμό μίας σύμπλοκης ένωσης μεταξύ τους. Το πείραμα ξεκίνησε την Παρασκευή 24 Μαρτίου και όταν επέστρεψαν τη Δευτέρα διαπίστωσαν ότι υπήρχε διαρροή στη συσκευή και όλη η αλδεΰδη είχε φύγει. Ξεσκεπάζοντας το θερμαντικό μανδύα διαπίστωσαν ότι στο εσωτερικό της διάταξης είχε σχηματισθεί ένα κηρώδες υλικό. Στη μηνιαία τους αναφορά έγραψαν: «Μελετήθηκε η αντίδραση μεταξύ αιθυλενίου και βενζαλδεΰδης στους 170 ^{o}C και 2 000 atm πίεση. Μία ποσότητα κηρώδους πολυμερούς του αιθυλενίου σχηματίστηκε». Η εργασία γύρω από το θέμα αυτό σταμάτησε. Το πολυαιθυλένιο είχε ανακαλυφθεί αλλά δεν είχε εξερευνηθεί ...

Οι ίδιοι, σχολιάζοντας τα γεγονότα αυτά το 1964, έγραψαν: «Ανατρέχοντας στα τότε γεγονότα, κάνει εντύπωση το σταμάτημα των εργασιών γύρω από αυτήν την ενδιαφέρουσα ανακάλυψη η οποία είχε μόνο ακαδημαϊκό ενδιαφέρον εκείνη την εποχή. Όμως τότε η επιστήμη των συνθετικών πολυμερών ήταν ακόμη στα σπάργανα και κανείς δεν ονειρευόταν τη σημερινή τεράστια τεχνολογική και εμπορική εξέλιξή τους. Την εποχή εκείνη τα μόνα θερμοπλαστικά πολυμερή ήταν το πολυμεθυλομεθακρυλικό και το πολυστυρένιο, υλικά και τα δύο πολύ σκληρά και πολύ διαφορετικά από το μαλακό, διαφανές πολυμερές του αιθυλενίου το οποίο είχαμε ανακαλύψει...»

Δύο χρόνια αργότερα επαναλήφθηκε το πείραμα προσπαθώντας να ανεβάσουν την πίεση στις 2 000 atm. Δεν πέτυχαν όμως την πίεση αυτή και απλά διαβίβαζαν, όσο αέριο αιθυλένιο είχαν, στη συσκευή πιστεύοντας ότι υπήρχε διαρροή. Έψυξαν στη συνέχεια το δοχείο χωρίς όμως να το ανοίξουν αμέσως (δηλαδή κρατώντας την πίεσή του σταθερή). Ανοίγοντάς το τελικά το βρήκαν γεμάτο από μία άσπρη σκόνη που ήταν το πολυμερές. Αργότερα βρέθηκε ότι, αν η πίεση ελαττωθεί πριν από την ψύξη, τότε το πολυμερές παράγεται στην κηρώδη μορφή των Gibson και Fawcett.

Ανακεφαλαίωση

1. Η έρευνα έδειξε ότι τα πολυμερή είναι μεγαλομοριακές ενώσεις οι οποίες αποτελούνται από μία επαναλαμβανόμενη βασική μονάδα. Έτσι π.χ. η κυτταρίνη έχει για βασική μονάδα τη γλυκόζη.
2. Οι υδατάνθρακες θεωρήθηκαν αρχικά ως ενώσεις του C με μόρια νερού. Επίσης ονομάστηκαν και σάκχαρα, γιατί ορισμένες από αυτές έχουν γλυκιά γεύση.
3. Οι υδατάνθρακες με βάση τις περιεχόμενες χαρακτηριστικές ομάδες διακρίνονται σε πολυυδροξυαλδεΰδες και πολυυδροξυκετόνες.
4. Οι υδατάνθρακες με βάση τα προϊόντα υδρόλυσης διακρίνονται σε ολιγοσακχαρίτες (μόνο, δι,...σακχαρίτες) και πολυσακχαρίτες, οι οποίοι υδρολυόμενοι δίνουν πάνω από 10 μόρια μονσακχαριτών.
5. Οι μονοσακχαρίτες κατατάσσονται με βάση τη χαρακτηριστική ομάδα σε αλδόζες και κετόζες και με τον αριθμό ατόμων C τα οποία έχουν. Έτσι π.χ. η γλυκόζη είναι μία αλδοεξόζη, ενώ η φρουκτόζη είναι μία κετοεξόζη.
6. Μία από τις χημικές ιδιότητες των μονοσακχαριτών η οποία χρησιμοποιείται για την ταυτοποίησή τους είναι ο αναγωγικός τους χαρακτήρας. Οι αλδόζες και οι α-υδροξυκετόζες ανάγουν ήπια οξειδωτικά, όπως τα αντιδραστήρια Fehling και Tollens δίνοντας χαρακτηριστικά ιζήματα.
7. Οι υδατάνθρακες συνθέτονται στα πράσινα φυτά με τη *φωτοσύνθεση*. Αυτή είναι μία πολύπλοκη διαδικασία η οποία χρησιμοποιεί την ηλιακή ενέργεια, για να ανάγει ή να δεσμεύσει το CO_2. Οι υδατάνθρακες στα φυτά είναι η κύρια "αποθήκη" της ηλιακής ενέργειας και μέσω αυτών αυτή μεταφέρεται και στα ζώα ως τροφή.
8. Ο μεταβολισμός των υδατανθράκων είναι και αυτός με τη σειρά του ένα σύνολο ενζυματικά καταλυομένων αντιδράσεων, στις οποίες κάθε στάδιο-βήμα που δίνει ενέργεια (εξώθερμο ή καλύτερα *εξωεργονικό*) είναι μία οξείδωση. Η απόδοση τους είναι περίπου 4 $kcal \cdot g^{-1}$
9. Τα λίπη και τα έλαια είναι εστέρες της γλυκερίνης με ανώτερα μονοκαρβονικά οξέα κορεσμένα (λίπη) ακόρεστα (έλαια).
10. Η σαπωνοποίηση των λιπών και των ελαίων είναι η υδρόλυσή τους σε αλκαλικό περιβάλλον. Έτσι παράγονται τα άλατα των οξεών με Na ή K τα οποία αποτελούν τους σάπωνες.

11. Η κύρια χρήση των σαπουνιών στηρίζεται στη λεγόμενη *απορρυπαντική τους δράση*. Ο μηχανισμός με τον οποίο αυτοί απομακρύνουν τους ρύπους είναι ανάλογος με εκείνον της διάλυσής τους. Το αιώρημα του σαπουνιού μπορεί να διαχωρίσει τη «βρωμιά» σε μικρότερα τμήματα, μία και η ανθρακική, υδρόφοβη, αλυσίδα μπορεί να διέλθει από την ελαιώδη επικάλυψή της.

12. Τα *συνθετικά απορρυπαντικά* δρουν με τον ίδιο τρόπο με τον οποίο δρουν και οι σάπωνες. Από άποψη δομής έχουν και αυτά μία μακριά μη πολική, κορεσμένη, ανθρακική αλυσίδα με μία πολική ομάδα στο τέλος της. Οι πολικές ομάδες των περισσοτέρων συνθετικών απορρυπαντικών είναι θειικοί ή καλύτερα σουλφονικοί εστέρες ή θειικά άλατα του Na.

13. Ο κυριότερος ρόλος των λιπών στη διατροφή των θηλαστικών είναι ως πηγή χημικής ενέργειας. Αποδίδουν σε μέσο όρο 9 $kcal \cdot g^{-1}$.

14. Οι πρωτεΐνες είναι τα σημαντικότερα βιολογικά πολυαμίδια και οι μονομερείς τους μονάδες είναι περίπου 20 διαφορετικά αμινοξέα. Τα αμινοξέα αυτά συνδέονται με πεπτιδικό δεσμό κάνοντας τις πρωτείνες πολυπεπτίδια.

15. Οι πρωτείνες εκτελούν πολλές αποστολές, όπως να κατασκευάζουν και να συντηρούν ιστούς. Μεταβολίζονται σε ουρία αποδίδοντας περίπου 4 $kcal \cdot g^{-1}$.

16. Τα πολυμερή προσθήκης είναι ενώσεις οι οποίες συνίστανται από πολύ μεγάλα μόρια τα οποία είναι φτιαγμένα από έναν μεγάλο αριθμό *επαναλαμβανομένων υπομονάδων*. Η μοριακή αυτή (υπο)μονάδα ονομάζεται *μονομερές* και οι αντιδράσεις μέσω των οποίων το μονομερές ενώνεται προς το μεγαλομόριο, λέγονται αντιδράσεις πολυμερισμού.

17. Τα *πολυμερή συμπύκνωσης* παράγονται από αντιδράσεις συμπύκνωσης. Σ' αυτές οι μονομερείς ομάδες ενώνονται με διαμοριακή απόσπαση μικρών μορίων όπως το H_2O.

18. Πολυμερή προσθήκης είναι τα πολυαιθυλένιο, πολυπροπυλένιο, πολυβινυλοχλωρίδιο, πολυακρυλονιτρίλιο. Η στερεοδομή του πολυμερούς μπορεί να ελέγχεται με καταλύτες.

19. Τα πλέον σημαντικά πολυμερή συμπύκνωσης είναι τα πολυαμίδια, οι πολυεστέρες και οι ρητίνες της φορμαλδεΰδης. Από τα πολυαμίδια σπουδαιότερα είναι τα Nylon και από τους πολυεστέρες *ο* πολυαιθυλένοτερεφθαλικός Η ουρεθάνη παράγεται από την αντίδραση μίας αλκοόλης με ένα ισοκυανικό ομόλογο. Ο βακελίτης είναι ένα συμπολυμερές φαινόλης και φορμαλδεΰδης.

20. Υφάνσιμες ύλες είναι εκείνες οι οποίες με κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να μετατραπούν σε ίνες από τις οποίες παρασκευάζονται νήματα και υφάσματα. Υφάνσιμες ίνες υπάρχουν: *φυσικές* (ο *αμίαντος* από τις ανόργανες, βαμβάκι, λινάρι, η κάνναβη από φυτικές και το μετάξι από ζωικές), *τεχνητές* (όπως αναγεννημένη κυτταρίνη, φυτική και καζεΐνη του γάλακτος ζωική), *συνθετικές* (πολυαμίδια, πολυεστέρες).

Λέξεις κλειδιά

- *μεγαλομόρια*
- *δομική μονάδα*
- *υδατάνθρακες*
- *σάκχαρα*
- *πολυυδροξυαλδεΰδες*
- *πολυυδροξυκετόνες*
- *ολιγοσακχαρίτες*
- *πολυσακχαρίτες*
- *μονοσακχαρίτες*
- *αλδόζες*
- *κετόζες*
- *εξόζες*
- *γλυκεριναλδεΰδη*
- *ταυτοποίηση*
- *σύνθεση*
- *Fehling*
- *Benedict*
- *Tollens*
- *φωτοσύνθεση*
- *μεταβολισμός*
- *άμυλο*
- *γλυκογόνο*
- *κυτταρίνη*
- *λιπίδια*
- *τριγλυκερίδια*
- *λίπη*
- *έλαια*
- *σαπωνοποίηση*
- *σάπωνες*
- *υδρόφιλο*
- *υδρόφοβο*
- *απορρυπαντικά*
- *αλκυλοσουλφονικά*
- *εξαλάτωση*
- *μετάξι*
- *βιοπολυμερή*
- *πρωτεΐνες*
- *λευκώματα*
- *ορμόνες*
- *ένζυμα*
- *αμινοξέα*
- *πεπτιδικός δεσμός*
- *πολυαμίδια*
- *πρωτογενής δομή*
- *γλυκίνη*
- *αλανίνη*
- *πλαστικά*
- *πολυμερές*
- *μονομερές*
- *πολυμερή προσθήκης*
- *πολυαιθυλένιο*
- *πολυπροπυλένιο*
- *πολυακρυλικό*
- *συμπολυμερισμός*
- *πολυμερή συμπύκνωσης*
- *πολυαμίδια*
- *nylon*
- *πολυεστέρες*
- *πολυουρεθάνες*
- *βακελίτης*
- *υφάνσιμες ίνες*
- *μαλλί*
- *orlon*

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Ερωτήσεις επανάληψης

1. Ποιες ενώσεις λέγονται μεγαλομοριακές;

2. Τι είναι οι δομικές μονάδες των μεγαλομοριακών ενώσεων;

3. Από πού προέρχεται η ονομασία υδατάνθρακες;

4. Όλα τα σάκχαρα έχουν γλυκιά γεύση;

5. Πώς ταξινομούνται τα σάκχαρα με βάση τις χαρακτηριστικές τους ομάδες;

6. Ποια σάκχαρα καλούνται απλά και ποια υδρολυόμενα;

7. Τι είναι οι ολιγοσακχαρίτες και τι οι πολυσακχαρίτες;

8. Τι είναι η γλυκόζη κα τι η σακχαρόζη;

9. Δώστε δύο παραδείγματα πολυσακχαριτών.

10. Δώστε από ένα παράδειγμα αλδοπεντόζης και κετοεξόζης.

11. Ποιο είναι το απλούστερο σάκχαρο;

12. Ποια σάκχαρα ονομάζονται αναγόμενα;

13. Ποιο είναι το αντιδραστήριο του Fehling;

14. Ποια δοκιμασία δίνει ως προϊόν το κάτοπτρο Ag;

15. Τι χρώμα έχει το ίζημα που προκύπτει από το αντιδραστήριο του Fehling;

16. Τι καλείται ταυτοποίηση μίας ένωσης;

17. Τι είναι η φωτοσύνθεση και τι ο μεταβολισμός ενός σακχάρου;

18. Ποια είναι σε μέσο όρο η θερμιδομετρική αξία ενός g υδατάνθρακα;

19. Ποια είναι τα βιοπολυμερή;

20. Τι είναι ο πεπτιδικός δεσμός;

21. Ποια η διαφορά πολυπεπτιδίων από πρωτεΐνες;

22. Τι είναι ο πολυμερισμός συμπύκνωσης και σε τι διαφέρει από εκείνον της προσθήκης;

23. Τι καλείται πρωτογενής δομή στα αμινοξέα;

24. Δώστε παραδείγματα πρωτεϊνών καθώς και τις λειτουργίες που επιτελούν.

25. Τι είναι από άποψη δομής το βαμβάκι, το μαλλί και το Nylon;

26. Τι είναι τα πολυαμίδια;

27. Δώστε ένα παράδειγμα πολυεστέρα και των εφαρμογών του.

28. Τι περιλαμβάνει ο όρος πλαστικά ;

29. Δώστε από δύο παραδείγματα πολυμερών προσθήκης.

30. Τι είναι ο συμπολυμερισμός; Δώστε ένα παράδειγμα.

31. Δώστε ένα παράδειγμα πολυεστέρα και μίας πολυουρεθάνης.

32. Τι είναι ο βακελίτης και ποια η κύρια ιδιότητά του;

33. Να αναφέρετε παραδείγματα φυσικών, τεχνητών και συνθετικών υφανσίμων ινών.

34. Να αναφέρετε δύο πλεονεκτήματα των φυσικών ινών έναντι των συνθετικών.

Ασκήσεις - Προβλήματα

α. Συνθετικά πολυμερή

35. Παρακάτω δίνονται τα εμπορικά ονόματα ορισμένων πολύ γνωστών πολυμερών (πλαστικών). Δώστε τα αντίστοιχα μονομερή :

α. PVC β. Στυρόλιο γ. Πολυπροπυλένιο δ. Teflon

ε. Orlon στ. Plexiglas

36. Τα πολυμερή συμπύκνωσης τα οποία προκύπτουν από δύο ή περισσότερα μονομερή λέγονται :

α. ετεροπολυμερή β. ομοπολυμερή γ. συμπολυμερή

δ. ελαστικά ε. πλαστικά

37. Το μόριο που θα αποσπασθεί κατά την συμπύκνωση των $HOCH_2CH_2OH$ και $C_2H_5OOC - C_6H_5 - COOC_2H_5$ (διαιθυλοτερεφθαλικός εστέρας) είναι:

α. H_2O β. CH_3OH γ. CH_3CH_2OH δ. C_6H_6

***38.** Υπάρχουν ανάμεσα στα άλλα και δύο πολυπροπυλένια. Το ένα είναι μαλακό, με χαμηλό σημείο τήξης και μικρή αντοχή. Το άλλο είναι μεγάλης αντοχής και υψηλού σημείου τήξης. Σε ποιο από τα δύο πιστεύετε ότι τα μόριά του είναι πιο «τακτικά» συνδεδεμένα ή πιο κρυσταλλικά;

39. Στα πολυμερή προσθήκης η σχετική μοριακή μάζα του πολυμερούς είναι ακριβώς .... της M_r του ..... .

40. Ένα πολυμερές που έχει την παρακάτω δομή :

~A – A – A – A – A – A ~ θα το χαρακτηρίζατε σαν :

| | | | | | | α. γραμμικό β. διακλαδισμένο

A A A A A A γ. δικτυωτό

41. Τι είναι σωστότερο να ορίζεται ως *βαθμός πολυμερισμού* (ν ή i): ο αριθμός των μονομερών που αποτελούν το πολυμερές ή ο αριθμός των μονομερών που αποτελούν μία αλυσίδα του πολυμερούς;

42. Τα υλικά τα οποία επανακτούν το αρχικό τους σχήμα μετά από μία παραμόρφωση λέγονται :

α. πλαστικά β. ελαστομερή γ. θερμοπλαστικά δ. ίνες

43. Ποια είναι η σχετική μοριακή μάζα του PVC, αν ένα μόριο του πολυμερούς αποτελείται από 2 500 μόρια του μονομερούς ; *Mr = 156 250*

44. Η αντίδραση RCO - OH + H - NHR′ → ROC - NHR′ + H_2O

είναι μία αντίδραση : α. πολυμερισμού β. συμπύκνωσης

γ. εστεροποίησης δ. προσθήκης

45. Στην παραπάνω αντίδραση και κυρίως στη φάση του πολυμερισμού απομακρύνεται κατάλληλα το νερό. Αυτό γίνεται :

α. Για να παράγεται άνυδρο προϊόν.

β. Για να μη διασπάται το προϊόν.

γ. Για να επιταχύνεται η αντίδραση λόγω αύξησης της συγκέντρωσης των αντιδρώντων.

δ. Για να μετατοπίζεται η ισορροπία προς τα «δεξιά».

46. Το μονομερές του $\left(-CH_2-CH=CH-CH_2-\right)_\nu$ είναι :

α. $CH_3CH{=}CHCH_3$ β. $CH{=}CH_2CH_2CH_3$ γ. $CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2$

47. Ποια είναι η σχετική μοριακή μάζα πολυμερούς που αποτελείται από 2000 μόρια του μονομερούς $CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2$; *Mr = 108 000*

β. Πρωτεΐνες

48. Το προϊόν της αντίδρασης :

$H_2N{-}CH_2{-}CO{-}OH + H{-}NH{-}CH_2COOH \rightarrow H_2N{-}CH_2{-}CO{-}NH{-}CH_2{-}COOH$

είναι : α. μία πρωτεΐνη β. ένας εστέρας

γ. ένα πολυπεπτίδιο δ. ένα διπεπτίδιο

49. Μεταξύ των αμινοξέων *αλανίνη*, $NH_2-CH(CH_3)-COOH$ και *γλυκίνη*, πόσα και ποια διπεπτίδια μπορούν να δημιουργηθούν; Σε τι τυχόν διαφέρουν; *2^2 = 4 αμινοξέα*

***50.** Πόσα διπεπτίδια μπορούν να προκύψουν από συνδυασμό 20 διαφορετικών αμινοξέων; Θυμηθείτε ότι μεταξύ 2 προκύπτουν δύο, μεταξύ

τριών 9 κ.ο.κ.

51. Οι πρωτεΐνες μπορούν να θεωρηθούν φυσικά ..... ή πολυμερή.....

***52.** Η $C_2H_5NH_2$, το CH_3COOH και το NH_2CH_2COOH έχουν αντίστοιχα σημεία τήξης -81, 17 και 233 °C. Αυτό οφείλεται στις διαφορετικές μοριακές τους μάζες ή στην ύπαρξη διαφορετικών δυνάμεων άρα και δεσμών μεταξύ των μορίων τους; Τι είδους δυνάμεις αναμένετε να υπάρχουν στα δύο τελευταία;

53. Ένα αμινοξύ το οποίο απομονώθηκε από έναν ιστό ζώου αναλύθηκε και βρέθηκε να περιέχει 18,65% N. Το αμινοξύ αυτό είναι:

α. η γλυκίνη β. η αλανίνη

γ. η σερίνη ($HO-CH_2-CH(NH_2)-COOH$)

54. Ποσότητα $CH_3CH(NH_2)COOH$ (αλανίνη) θερμαίνεται με διάλυμα HNO_2, οπότε παράγονται 448 cm^3 N_2 αναγόμενα σε πρότυπες συνθήκες (μέθοδος Van Slyke). Υπολογίστε την ποσότητα της αλανίνης. 1,78 g

γ. Υδατάνθρακες.

55. Η αντίδραση $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$, είναι μία:

(γλυκόζη) (φρουκτόζη)

α. φωτοσύνθεση β. καύση γ. υδρόλυση δ. ισομερείωση.

56. Στη φύση απαντούν περίπου 20 μονοσακχαρίτες εκ των οποίων ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζουν η *γλυκόζη* και η *φρουκτόζη*. Και οι δύο έχουν μοριακό τύπο $C_6H_{12}O_6$, αλλά διαφέρουν στη δομή τους, δηλαδή στο δομικό, συντακτικό τύπο τους. Συνεπώς είναι ενώσεις:

α. πολυμερείς β. ισομερείς γ. μονομερείς δ. διμερείς

***57.** Η *αμυλόζη* που είναι το κύριο συστατικό του *αμύλου* βρέθηκε να έχει M_r ίσο με $4{,}5 \cdot 10^5$. Αυτή είναι πολυμερές της γλυκόζης προς την οποία και υδρολύεται: $(C_6H_{10}O_5)_\nu + \nu H_2O \rightarrow \nu\, C_6H_{12}O_6$. Από πόσες λοιπόν *γλυκοζιτικές* μονάδες αποτελείται η συγκεκριμένης προέλευσης αμυλόζη;

58. Να αντιστοιχίσετε τους παρακάτω υδατάνθρακες με τις κατηγορίες στις οποίες ανήκουν

$C_{12}H_{22}O_{11}$	πολυσακχαρίτης
$C_6H_{12}O_6$	τρισακχαρίτης
$(C_6H_{10}O_5)_\nu$	εξόζη
$C_{18}H_{32}O_{16}$	δισακχαρίτης

59. Στα φυτά η περίσσεια της παραγόμενης γλυκόζης αποθηκεύεται ως ....., ενώ στα ζώα η αποθήκευση γίνεται στο συκώτι και τους μύες ως .....

60. Μία από τις σπουδαιότερες *ζυμώσεις* (ενζυματικές διασπάσεις) που υφίστανται ορισμένα ζάχαρα είναι και η *οινοπνευματική*: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ CH_3CH_2OH + 2\ CO_2$. Το παραγόμενο CO_2 απομακρύνεται από το διάλυμα προκαλώντας έτσι μείωση βάρους του διαλύματος που ζυμώθηκε. Άρα η απώλεια βάρους % του σακχάρου θα είναι :

α. 88% β. 48,8% γ. 52% δ. 44% ε. 24,4%

61. Με ποια σειρά αντιδράσεων είναι δυνατόν με πρώτη ύλη γλυκόζη να παρασκευαστεί οξικός αιθυλεστέρας; Να αναφέρετε συνθήκες για κάθε προτεινόμενη αντίδραση.

****62.** Σε περίσσεια διαλύματος του Benedict προστίθενται 50,0 mL ενός διαλύματος $C_6H_{12}O_6$. Καταπίπτει έτσι ερυθρό ίζημα Cu_2O, το οποίο πυρώνεται στον αέρα και μετατρέπεται σε CuO. Αυτό τελικά ζυγίζει 3,18 g. Να υπολογίσετε την % w/v περιεκτικότητα του σακχαρούχου διαλύματος.

7,2% w/v

****63.** Από 1 000 Kg σακχαρότευτλα, τα οποία περιέχουν 15% σε βάρος καλαμοσάκχαρο, λαμβάνεται με σειρά ποσοτικών αντιδράσεων οινοπνευματικό διάλυμα 94 αλκοολικών βαθμών. Αν η πυκνότητα ρ της αλκοόλης είναι 0,8 $g \cdot mL^{-1}$ να υπολογίσετε τον όγκο του διαλύματος.

107,3 L

***64.** Οι σπόροι από το φυτό ηλιοτρόπιο περιέχουν ανά 28 g (μία *ουγκιά*) 7 g πρωτεΐνες, 5 g σάκχαρα και 12 g λίπους. Πόσα Kcal παίρνει κάποιος τρώγοντας 10 g από τους «ηλιόσπορους» αυτούς;

55,8 Kcal.

δ. Λίπη, έλαια, σαπούνια, απορρυπαντικά

65. Οι εστέρες της γλυκερίνης με ανώτερα οργανικά οξέα είναι τα ..... και τα ..... . Οι εστέρες κατώτερων ή μέσων αλκοολών με κατώτερα ή μέσα οξέα είναι τα .... ή essences.

66. Η ένωση:

$C_{17}H_{33}COOCH$
|
$C_{17}H_{33}COOCH$
|
$C_{17}H_{33}COOCH_2$

Είναι η:

α. τριελαΐνη

β. τριελαϊκός εστέρας της γλυκερίνης

γ. ελαΐνη

δ. όλα αυτά

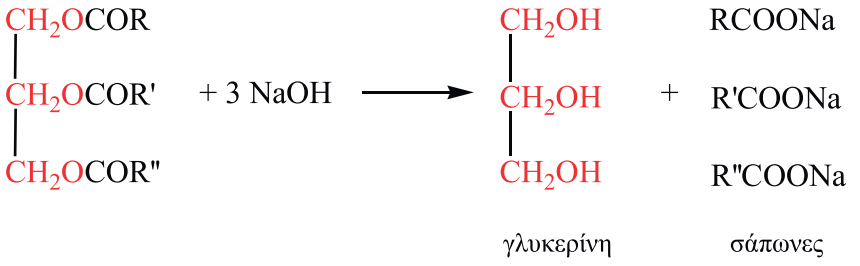
67. Η αντίδραση $(C_{17}H_{33}COO)_3C_3H_5 + H_2 \rightarrow (C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5$ είναι:

α. πολυμερισμός β. υδρογόνωση γ. σαπωνοποίηση δ. υδρόλυση

68. Το 9-οκταδιενικό οξύ (για την ακρίβεια το cis-) είναι το

α. παλμιτικό β. το ελαϊκό γ. το στεατικό δ. οξικό

69. Η παρακάτω αντίδραση δίνει το γενικό σχήμα μίας αντίδρασης σαπωνοποίησης:



Η αντίδραση αυτή είναι ποσοτική δηλαδή από 1 mol γλυκεριδίου παράγεται 1 mol γλυκερίνης. Αν όμως η αντίδραση γίνει σε ουδέτερο περιβάλλον, τότε παράγεται 1/3 mol γλυκερίνης. Τότε η *απόδοση* αυτής θα είναι:

α. 66,6% β. 33,3% γ. 0,333 δ. 11,1%

70. Τα συνθετικά απορρυπαντικά υπερέχουν ως προς τα σαπούνια διότι: (Επιλέξτε τα σωστά)

α. είναι πιο δυσδιάλυτα,

β. δρουν και σε σκληρό νερό,

γ. έχουν συναγωνίσιμο κόστος, μία και χρησιμοποιούν ως πρώτες ύλες πετρέλαιο και H_2SO_4,

δ. παρουσιάζουν αλκαλική αντίδραση,

ε. δε χρησιμοποιούν ως πρώτες ύλες ουσίες που έχουν θρεπτική αξία.

71. Τα σαπούνια με κάλιο, δηλαδή τα με K άλατα των λιπαρών οξέων είναι πιο απαλά και πιο διαλυτά από εκείνα με νάτριο. Χρησιμοποιούνται στις κρέμες ξυρίσματος και στα υγρά σαπούνια. Να γράψετε την αντίδραση σαπωνοποίησης της τριστεαρίνης με KOH.

72. Ένα πλυντήριο περιέχει 40 L νερό το οποίο είναι πολύ σκληρό και περιέχει 0,1 mol Ca^{2+} ανά L. Πόσα g Na_2CO_3 (το οποίο είναι αποσκληρυντικό) χρειάζονται για να απομακρύνουν την ποσότητα αυτή του Ca; Ποια ποσότητα σαπουνιού σε σκόνη [$NaOCO(CH_2)_{16}CH_3$] με σχετική μοριακή μάζα 306 καταναλώνεται για την καταβύθιση της ποσότητας αυτής του Ca;

416 g Na2CO3

1232 g σαπούνι.

73. Γιατί δε θα χρησιμοποιούσατε για την παρασκευή σαπουνιού:

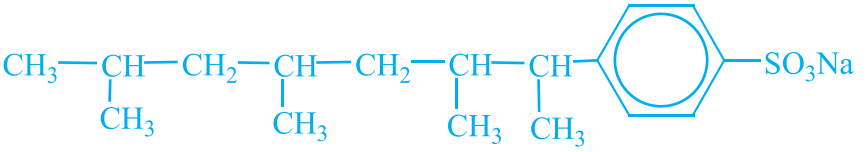
α. λιπαρά οξέα με λιγότερα από 12 άτομα C,

β. λιπαρά οξέα με πάνω από 18 άτομα C,

γ. οξέα με μεγάλη ανθρακική αλυσίδα για υγρά σαπούνια.

74. Μετά το 1970, πάνω από το 75% των απορρυπαντικών πλυντηρίων περιέχουν ένζυμα. Μπορείτε να κάνετε μία γενική αιτιολόγηση για την προσθήκη αυτή; Να εστιάσετε την προσοχή σας στην χρήση των ενζύμων *λιπάση* και *πρωτεάση*.

75. Η παρακάτω ένωση δε συνιστάται ως απορρυπαντικό διότι:



α. προκαλεί πολύ μεγάλο αφρισμό,

β. δε διαλύεται στο νερό,

γ. δε *βιοαποσυντίθεται* από τα ένζυμα.

Δραστηριότητα

Η λακτόζη είναι ένας δισακχαρίτης που βρίσκεται στο γάλα. Παρόλο που το γάλα θεωρείται «σωματοφύλακας της υγείας», πολλοί ενήλικοι σε όλο τον κόσμο δεν μπορούν να πιουν γάλα, διότι δεν το χωνεύουν. Ο λόγος είναι ότι τα άτομα αυτά στερούνται της λακτάσης. Στα άτομα αυτά όταν πιουν γάλα, η λακτόζη σωρεύεται στο λεπτό έντερο, μία και δεν υπάρχει μηχανισμός απορρόφησης αυτού του δισακχαρίτη.

Η συσσώρευση αυτή προκαλεί «φούσκωμα», κράμπες και διάρροια.

Συνδυάζοντας χημεία και φυσιολογία απαντήστε:

α. Γιατί η λακτόζη δεν περνά μέσα από τη μεμβράνη των επιθηλίων κυττάρων του εντέρου στο κυτταρικό υγρό;

β. Γιατί αυτή η αυξημένη συγκέντρωση σακχάρου στο έντερο προκαλεί την υπερβολική είσοδο νερού σε αυτό με αποτέλεσμα να προκαλεί διάρροια;

γ. Πώς όλα αυτά αποφεύγονται από την παρουσία του κατάλληλου ενζύμου;

Απαντήσεις στις ασκήσεις πολλαπλής επιλογής και σωστού - λάθους

36. γ
37. με το ψηλό σ.τ.
39. πολλαπλάσιο του μονομερούς
40. γ
41. το δεύτερο
42. β
44. β
45. γ και δ
46. γ
48. δ
51. Πολυπεπτίδια ή αμίδια
52. Δεσμός Η
53. α
55. γ
56. β
59. άμυλο, γλυκο γόνο
60. β
65. λίπη, έλαια, αιθέρια έλαια
66. δ
67. β
68. β
69. β και γ
70. β και γ και ε
75. β

4. ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΠΟΛΥΜΕΡΗ

35. α.CH_2=CHCl (βινυλοχλωρίδιο) β. C_6H_5-CH=CH_2
γ CH_2=$CHCH_3$ δ. CF_2=CF_2
ε. CH_2=CHCN (ακρυλονιτρίλιο)
στ.CH_2=C(CH_3)$COOCH_3$ (μεθακρυλικός μεθυλεστέρας)

36. Είναι *ετεροπολυμερή* (α)

37. Αποσπάται αιθανόλη (γ)

38. Σε αυτό που έχει πιο ψηλό σημείο τήξης και αντοχή. Σε αυτό τα μόρια έχουν μια πιο *τακτική* στερεοχημική δομή.

39. ακέραιο πολλαπλάσιο .μονομερούς.

40. Είναι *δικτυωτό* μια και σχηματίζεται ένα πλέγμα ή δίκτυο από την σύνδεση των αλυσίδων μεταξύ τους.

41. Είναι προτιμότερο να ορίζεται ο αριθμός των μορίων μιας αλυσίδας ο οποίος προσδιορίζεται πειραματικά.

42. Πλαστικά.

43. Είναι 2500 62,5 $g\cdot mol^{-1}$ = 156250 $g\cdot mol^{-1}$

44. Συμπύκνωσης μια και αποσπάται ένα "μικρό" μόριο.

45. 45. Το δ ως μια εφαρμογή της αρχής Le Chatelier.

46. Το γ και ο πολυμερισμός ακολουθεί τον μηχανισμό της 1,4 προσθήκης.

47. 108000 $g\cdot mol^{-1}$

Πρωτεΐνες.

48. Είναι ένα διπεπτίδιο (δ)

49. 2^2 = 4 διπεπτίδια τα οποία πλην των άλλων θα διαφέρουν και στην M*r* τους.

50. 20^2 = 400 διπεπτίδια

51. ..πολυαμίδια. . …..πεπτίδια….

52. Τα ψηλά σημεία τήξης οφείλονται στην ύπαρξη *δεσμών υδρογόνου* τόσο στα οξέα όσο και στα αμινοξέα και όχι στις αμίνες.

53. Οι σχετικές μοριακές μάζες των τριών αμινοξέων είναι αντίστοιχα 75 , 89 και 95 $g \cdot mol^{-1}$ και περιέχουν όλα ι mol ατόμων N (14 g) ανά mol.. Το πιθανότερο είναι το πρώτο. Πράγματι αυτό έχει 14·100/75 = 18,66 % N (α)

54. $CH_3CH(NH_2)COOH + HNO_2 \rightarrow CH_2{=}CHCOOH + N_2 + 2\ H_2O$

1 mol 1 mol

0,02=; 448/22400

Άρα η μάζα είναι 0,02 mol 89 $g \cdot mol^{-1}$ = 1,78 g

Υδατάνθρακες.

55. γ Είναι μια υδρόλυση της σακχαρόζης στα δύο απλά σάκχαρα.

56. β. Είναι ,συντακτικά, ισομερείς ενώσεις.

57. Ο αριθμός των μονομερών μονάδων είναι $4{,}5 \cdot 10^5$ /180 = 2500

58. $C_{12}H_{22}O_{11}$ δισακχαρίτης

$C_6H_{12}O_6$ εξόζη

$C_6H_{10}O_5)_v$ πολυσακχαρίτης

$C_{18}H_{32}O_{16}$ τρισακχαρίτης

59. ...κυτταρίνη , ... γλυκογόνο

60. Η απώλεια βάρους ανά mol (180 g) είναι 2·44= 88 g ή 48,89% (β)

61. $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ CH_3CH_2OH + 2\ CO_2$ (οινοπνευματική ζύμωση)
$CH_3CH_2OH + [O] \rightarrow CH_3COOH$ (οξείδωση π.χ.με $KMnO_4$)
$CH_3COOH + CH_3CH_2OH \rightarrow CH_3COOCH_2CH_3$ (εστεροπ.)

62. Από 1 mol σακχάρου παράγεται 1 mol Cu_2O το οποίο οξειδούμενο θα δώσει 2 mol CuO ($Cu_2O + \frac{1}{8}O_2 \rightarrow 2CuO$)
Άρα τα 3,18 g / 79,5 $g \cdot mol^{-1}$ = 0,04 mol CuO θα αντιστοιχούν σε 0,02 εξόζης ή 0,02 mol 180 g/mol = 3,6 g → 7,2%w/v

63. Υπάρχουν 150 kg $C_{12}H_{22}O_{11}$ ή 150000 γ/342 $g \cdot mol^{-1}$ = 438,6 mol. Αυτά θα δώσουν 877,2 mol $C_6H_{12}O_6$ τα οποία με την σειρά τους

θα δώσουν 1754,4 mol C_2H_5OH ή 80701,8 g ή 100877,2 mL καθαρό οινόπνευμα. 100/94 = 107,3 L.

64. Σε 10 g σπόρων περιέχονται 70/28=2,5 g πρωτεΐνες, 50/28 =1,79 g σακχάρων και 4,29 g λίπους. Χρησιμοποιώντας των " κώδικα" 4-4και9 $kcal \cdot g^{-1}$ αντίστοιχα παίρνουμε τελικά
$q = 2,5 \cdot 4 + 1,79 \cdot 4 + 4,29 \cdot 9 = 55,8$ kcal.

Λίπη , έλαια, σαπούνια. απορρυπαντικά.

65. .λίπη , ..έλαια , ..αιθέρια έλαια. ..

66. δ. όλα αποδίδουν την ίδια ένωση

67. β. Είναι μια υδρογόνωση ελαίου προς λίπος

68. Είναι η χημική ονομασία του ελαϊκού οξέος (β)

69. β και γ Η απόδοση είναι 1/3/1 0,333 ή 33,3%

70. Βασικά το β μια και δρουν αποτελεσματικά και σε σκληρό νερό. Όμως και τα γ και ε επίσης τα χαρακτηρίζουν

71.

$$\begin{array}{lcl} CH_2OOC{-}C_{17}H_{35} & & CH_2OH \\ CHOOC{-}C_{17}H_{35} & + 3\ KOH \rightarrow & CHOH + 3\ C_{17}H_{35}COOK \\ CH_2OOC{-}C_{17}H_{35} & & CH_2OH \end{array}$$

72. Στα 40 L του νερού του πλυντηρίου περιέχονται 4,0 mol Ca^{2+} Άρα

$$Ca^{2+} + Na_2CO_3 \rightarrow CaCO_3 + 2\ Na^+$$

1 mol 1 mol

4mol ;= 4 mol → 4 mol 106 g/mol = 424 g

Στην περίπτωση του σαπουνιού με γενικό τύπο RCOONa και M_r = 306 g/mol η αντίδραση θα είναι

$$Ca^{2+} + 2\ RCOONa \rightarrow (RCOO)_2Ca + 2\ Na^+$$

1 mol 2 mol

2 ;= 8 mol → m = 8 mol 306 g/mol = 2448 g

73. α. Λόγω μικρής αλυσίδας άρα και υδρόφοβου τμήματος είναι πιο πτητικά (πρόβλημα οσμής) και πιο ισχυρά προσβάλλοντας το δέρμα.

β. Οι σάπωνες με μεγαλύτερη αλυσίδα θα ήταν πλήρως αδιάλυτοι στο νερό.

γ.Όσο μεγαλύτερη η αλυσίδα τόσο πιο σκληρό και στερεό το σαπούνι

74. Τα ένζυμα αυτά διασπούν τα λίπη και τα έλαια

75. Δεν αποσυντίθεται από τα ένζυμα (γ).